COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel, M. le **Président** se lève et dit :

« Monsieur Becquerel,

» Plusieurs fois déjà l'Académie des Sciences, en témoignage de son affection et de son respect pour les plus anciens de ses Membres, a fait frapper des médailles commémoratives de leur cinquantaine académique : c'est une médaille semblable que je vous offre au nom de vos confrères.

» Vous avez été élu en 1829 : il y a quarante-cinq ans seulement; mais l'Académie, le jour où elle a pu vous appeler à elle, vous considérait depuis longtemps déjà comme un des siens; ses séances plus d'une fois avaient été remplies par vos Mémoires, dont l'éclat rejaillissait sur elle. Lorsque, dans un siècle ou deux, l'historien de la science voudra retracer l'histoire de l'Académie, il aura un beau et grand chapitre à consacrer au nom de Becquerel; il en aura deux même : un pour le père, l'autre pour le fils; mais la pensée ne lui viendra pas, je crois, de subdiviser davantage et de séparer sous des titres distincts les Mémoires antérieurs à 1829 de ceux qui ont suivi votre

nomination. Ils sont tous de la même main, le même esprit les anime. Avant d'entrer à l'Académie, vous aviez acquis l'expérience d'un physicien consommé et l'autorité d'un maître ; après cinquante ans de succès et de beaux travaux, vous avez conservé l'activité, l'ardeur et la fécondité d'un jeune homme.

» Je suis heureux d'avoir à vous exprimer les sentiments d'affection sincère et de respect qui vous entourent ici comme partout où la science est en honneur. »

M. Élie de Beaumont ajoute :

« Il y a maintenant plus de cinquante ans que les beaux travaux de M. Becquerel sur l'électricité ont commencé à vivifier nos séances sur lesquelles ils répandent encore, à de courts intervalles, un si vif intérêt. C'est en effet le 16 juin 1823 que M. Becquerel, ancien chef de bataillon du Génie, éloigné par d'honorables blessures du service militaire actif, a lu à l'Académie un premier Mémoire où il débutait en disant :

« Quand on voit le magnétisme, le calorique et la lumière se produire » en même temps que l'électricité, on est porté à croire que tous ces effets » sont dus à une seule et même cause diversement modifiée (1). »

» Combien de pas notre illustre confrère a su faire faire depuis lors à cette doctrine profonde qui touche à toutes les parties de la Physique et à tous les phénomènes de la nature! Elle s'applique même à la production des minéraux, sur laquelle, dans ces derniers mois encore, M. Becquerel a répandu des lumières nouvelles en montrant de plus en plus comment, « avec le concours des affinités, s'opèrent les actions lentes de la nature » organique et de la nature inorganique, avec transports des éléments con- » stitutifs des corps (2). » Après ce demi-siècle de travaux, entrés, avec tant d'éclat, dans le sanctuaire de la Science, sous l'égide de l'Académie, l'heure était arrivée de célébrer le *jubilé scientifique* de M. Becquerel. »

M. Becquerel répond :

« Je prie mes confrères d'agréer l'expression de ma vive reconnaissance pour l'honneur qu'ils viennent de me faire en me décernant une médaille ;

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIII, p. 135 (1823).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1130, et t. LXXVIII, p. 89 : séances des 17 novembre 1873 et 12 janvier 1874.

j'attribue cette haute faveur à la persévérance avec laquelle je poursuis mes recherches physico-chimiques commencées il y a plus de cinquante ans, et que l'âge jusqu'ici n'a pas ralenties.

» Je remercie également l'Académie de l'empressement qu'elle a toujours mis à me fournir, quand ils me manquaient, les moyens de les continuer.

» Ma reconnaissance, soyez-en bien persuadés, sera gravée dans mon cœur jusqu'à ma dernière heure. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bréguet* à la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Passy*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bréguet** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur le spectre de la vapeur d'eau, à l'occasion du voyage aérostatique de MM.* Crocé-Spinelli *et* Sivel; par M. **J. Janssen** (1).

« La remarquable ascension de MM. Crocé-Spinelli et Sivel avait principalement pour but de soumettre au contrôle de l'expérience une importante question de Physiologie et un point de Physique solaire. On sait maintenant avec quel succès ces Messieurs ont accompli leur beau et périlleux voyage.

» Je ne toucherai pas à la question de Physiologie. C'est à M. Bert et à son illustre maître, M. Cl. Bernard, qu'il appartient de discuter ces observations qui ont démontré, d'une manière si concluante, l'efficacité de l'oxygène pour combattre les effets de la raréfaction dans les hautes régions de l'atmosphère. Quant à la Météorologie, le voyage nous a valu des documents très-importants sur la température de l'air aux grandes hauteurs, sur l'existence de cirrus à 9 et 10 000 mètres, sur la direction multiple des vents suivant l'élévation, etc. Je me propose de revenir sur ces points d'un si haut intérêt. Pour aujourd'hui, je présenterai simple-

(1) Cette Note devait faire partie du précédent numéro des *Comptes rendus;* elle n'a pu être insérée par suite d'un retard dans l'impression.

ment ici quelques réflexions sur la disparition complète des raies de la vapeur d'eau à 7000 mètres, et j'en prendrai occasion pour faire connaître quelques résultats obtenus dans mes études sur ce sujet.

» Ces résultats sont encore incomplets. Mes voyages, d'une part, et aussi le défaut des ressources dont il eût fallu disposer pour des expériences qui nécessitent de très-grands appareils, ne m'ont pas permis de les terminer et d'offrir à l'Académie le travail complet et digne d'elle que je désirais lui présenter sur le spectre général de la vapeur d'eau (1) et ses applications à l'Astronomie et à la Météorologie. A la veille de partir pour un nouveau et long voyage, je pense que je dois faire connaître ce que j'ai déjà obtenu, souvent d'une manière indirecte. Quelques-uns de ces résultats pourront déjà être utilisés, et plus tard, en reprenant ces études, je ne paraîtrai pas emprunter à d'autres des idées qui me sont propres.

» Il est aujourd'hui démontré que la vapeur d'eau possède un spectre d'absorption très-remarquable et très-complet. Ce point me paraît définitivement établi par l'ensemble de mes études sur les raies telluriques, et surtout par les expériences directes faites en 1866, à l'usine de la Villette, sur de longues colonnes de vapeur aqueuse.

» Le spectre de la vapeur d'eau est très-riche : il comprend la presque totalité des raies du spectre solaire qu'on peut attribuer à l'action de l'atmosphère terrestre. Les plus beaux groupes sont situés dans le rouge, le jaune, le vert. Dans le bleu et le violet, la vapeur exerce certainement une action très-active, mais cette action ne se traduit pas comme pour la partie la moins réfrangible du spectre, par des raies bien déterminées; l'absorption est moins élective, plus générale. Il n'est pas douteux que si nous pouvions employer des instruments assez puissants et disposer d'une intensité lumineuse suffisante, nous verrions les bandes et les ombres de cette région se résoudre en raies innombrables. A l'égard de la partie ultra-violette du spectre, je rapporterai ici une observation qui accuse aussi une action de la vapeur sur ces rayons.

» En 1869, j'étais à Simla, dans l'Himalaya. C'était en hiver, pendant la saison sèche; l'atmosphère était rare, pure et si sèche que le papier donnait habituellement des étincelles par le simple attouchement des doigts. Or, je fus très-surpris, un jour que j'observais le spectre solaire avec un spectroscope à vision directe placé au foyer d'une lunette de 6 pouces, de voir une longue traînée violacée prolongeant le violet et les deux bandes

---

(1) C'est-à-dire comprenant la partie obscure, lumineuse et ultra-violette du spectre.

si connues H et H′ qui terminent le spectre ordinairement visible. Un examen attentif me montra que c'était le spectre ultra-violet avec ses lacunes qui apparaissait dans ces circonstances exceptionnelles. Le phénomène persista durant la saison sèche et disparut au retour des pluies. quant aux rayons de la partie la moins réfrangible du spectre, ceux dits de *chaleur obscure*, il a déjà été reconnu qu'ils sont abondamment absorbés par la vapeur d'eau. Mais cette action est-elle générale ou élective? Elle est élective. A la suite des expériences de 1866, faites à l'usine de la Villette, j'ai commencé sur ce sujet un travail, interrompu bientôt par mes voyages, mais par lequel j'avais déjà reconnu, dans la partie obscure, l'existence de bandes très-caractérisées, dues à la vapeur d'eau.

» Dans le Rapport que j'avais l'honneur d'envoyer à l'Académie sur l'observation de l'éclipse du 18 août 1868 (1), j'annonçais ces premiers résultats, parce qu'ils venaient d'être très-singulièrement confirmés par des observations faites dans la mer Rouge. La mer Rouge est profondément encaissée, et les vents s'y font peu sentir; il en résulte que l'action solaire y charge l'air d'une énorme quantité de vapeur d'eau. Le point de rosée y est presque aussi élevé que la température de l'air. Pour une température de 28 à 32 degrés, j'ai souvent constaté le point de rosée entre 26 et 30 degrés. Or, j'avais fait construire un spectroscope binoculaire d'un grossissement faible et excessivement lumineux. Observant avec cet instrument les levers et les couchers du Soleil dans cette mer, j'ai été surpris de voir que ma vision s'étendait loin dans la région obscure, au delà de A, et je vis alors les bandes obscures Y, Z de Brewster, extraordinairement accusées; ce qui montre bien qu'elles sont dues à la vapeur aqueuse; car dans les circonstances atmosphériques ordinaires, ces bandes sont bien difficilement perceptibles.

» Il résulte donc de l'ensemble de ces études que la vapeur agit sur l'ensemble des radiations solaires depuis les rayons de chaleur obscure jusqu'aux ultra-violets; mais, ce qui est très-remarquable, l'action élective

(1) « J'ajouterai, en terminant, que j'ai eu l'occasion de continuer aussi mes études sur le » spectre de la vapeur d'eau. Le climat de l'Inde, très-humide en ce moment, est très-fa- » vorable à ces recherches. Je suis conduit à attribuer au spectre de cette vapeur une im- » portance tous les jours plus grande; l'ensemble de mes études à Paris et ici m'amène à » reconnaître une action élective sur l'ensemble des radiations solaires, depuis les rayons » obscurs jusqu'aux rayons ultra-violets, bien que dans le violet l'action élective soit » beaucoup plus difficile à constater. Ces études formeront l'objet d'une Communication » séparée. » (*Comptes rendus*, 15 février 1869.)

se fait surtout sentir sur la partie la moins réfrangible, ce qui, d'après certaines considérations théoriques, me semble dû à un effet de température.

» Il serait difficile, dès maintenant, de prévoir toute l'étendue des applications de ces propriétés de la vapeur aqueuse ; elles seront sans doute en rapport avec le rôle immense de l'eau dans la nature. Pour aujourd'hui je ne toucherai qu'à un point, celui sur lequel l'ascension du 22 mars est venue apporter un précieux témoignage. Il s'agissait de savoir si les raies ou bandes du spectre solaire, d'origine aqueuse, sont entièrement dues à notre atmosphère, ou si la lumière solaire, avant d'y pénétrer, en présente déjà les caractères. La question était fort importante, comme on le comprend, puisque, dans la dernière hypothèse, il faudrait admettre que dans les enveloppes solaires il existe des régions qui se sont déjà refroidies au point de permettre à la vapeur d'eau d'y exister sans décomposition. Pour décider cette question, on peut employer plusieurs méthodes; mais les ascensions à grande hauteur fournissent un des moyens les plus simples et les plus sûrs. J'avais donc prié M. Crocé-Spinelli de se charger de cette observation. Plusieurs semaines auparavant, cet observateur s'était familiarisé avec l'instrument qu'il devait emporter; les raies dont j'avais recommandé l'observation sont celles qui confinent la double raie du sodium du côté du rouge : ce sont les premières qui apparaissent par l'action de la vapeur; ce sont donc celles qui devaient fournir le témoignage le plus concluant. De plus, comme ces raies sont situées dans la partie la plus lumineuse du spectre, on était assuré, quelque faible que fût l'intensité lumineuse, de pouvoir toujours les observer.

» On connaît maintenant le résultat : les raies ont été en s'affaiblissant, à mesure qu'on s'élevait, et au-dessus de 7000 mètres, au point culminant de l'ascension, M. Crocé-Spinelli les a trouvées absolument disparues du spectre, bien que la lumière fût très-vive, et que les raies voisines, F notamment, fussent très-nettement perceptibles.

» Il y aura lieu, sans doute, de reprendre cette observation avec des instruments plus puissants, en raison de l'importance capitale du point de physique solaire qu'il s'agit d'élucider; mais, dès aujourd'hui, si je rapproche cette observation d'un ensemble d'observations antérieures de genres variés, je me confirme de plus en plus dans cette opinion, que notre Soleil n'est pas encore parvenu à cette période critique de refroidissement où la vapeur aqueuse commencerait à se former dans ses enveloppes extérieures. »

HYGIÈNE MILITAIRE. — *Note de M. le baron* **Larrey** *relative à un travail inédit de M.* Tollet, ingénieur civil, *sur un système de logements et d'hôpitaux militaires incombustibles, de forme ogivale.*

« Ce système, dit M. Larrey, a été imaginé par M. Tollet, en vue de l'application de la nouvelle loi sur l'armée, qui exigera la construction de nouveaux casernements pour 150,000 à 200,000 hommes. Il y a donc là une question d'importance majeure pour l'hygiène des troupes, dans le but de leur offrir le maximum des conditions de salubrité, avec le minimum des dépenses pour l'État.

» On sait que le séjour des soldats au milieu des grandes villes et l'occupation des casernes du centre entraînent les plus regrettables conséquences. Nous n'avons pas à les signaler ici. Disons seulement que, sous cette influence, la statistique médicale de l'armée démontre, pour les dernières années de paix, une augmentation notoire de la mortalité chez les jeunes soldats, comparativement à celle des jeunes gens du même âge laissés dans la vie civile.

» On peut attribuer, en partie, ces funestes effets à l'agglomération des hommes dans des casernements de haute construction, avec plusieurs étages superposés, dont les murs épais, les charpentes massives et les angles rentrants ou encoignures, forment des amas de matières poreuses, donnant accès à la pénétration de la poussière, au développement des miasmes, au dépôt de la vermine et au refuge des rongeurs.

» Ni les soins de la ventilation la mieux faite, ni les perfectionnements de ses plus ingénieux appareils ne parviennent, dans de telles conditions, à remplacer l'air vicié de l'intérieur par l'air pur du dehors. J'en appelle à l'autorité compétente de M. le général Morin, qui s'est si utilement occupé de cette importante question.

» Ajoutons que les lavages à grande eau, usités trop souvent, sont à la fois nuisibles, dans de telles constructions, à la santé des hommes et à la conservation des bâtiments.

» Il est aisé de comprendre que ces inconvénients s'accroissent à mesure que la superposition des étages se trouve augmentée elle-même. Il avait fallu cependant adopter, autrefois, cette forme élevée des casernes, d'après Vauban, partout où l'enceinte trop étroite des places fortes n'aurait pas permis l'extension des bâtiments militaires sur une large surface.

» Remarquons maintenant que la plupart des conscrits viennent des champs, y ont été élevés dans les maisons basses de leurs villages, à des

rez-de-chaussée, dont l'aération est facile, de même qu'ils seront appelés, en campagne ou dans les camps, à vivre sous la tente ou dans des baraquements, au niveau du sol. Il suit de là que les habitations à simple rez-de-chaussée représentent bien plus la demeure normale du soldat que les bâtiments à étages superposés, où l'air et la lumière pénètrent mal et dont l'encombrement entraîne de funestes conséquences.

» C'est donc à distance des centres de population que devraient être placés les grands logements militaires, sauf, bien entendu, ceux qui sont nécessaires à la sécurité des villes ouvertes. C'est à l'air pur de leur enceinte, et comme à la campagne, qu'il conviendrait d'établir ces habitations.

» Le problème à résoudre étant de construire des édifices plus salubres, plus économiques et plus durables que les casernes ordinaires, M. l'ingénieur Tollet a reconnu que les conditions exigibles à cet effet multiple se montrent réunies dans la forme de la construction et dans le choix des matériaux incombustibles et solides, quoique légers, offrant des surfaces dures et lisses, non susceptibles de se salpêtrer, de se fendre et de pourrir, comme on le voit ailleurs.

» Ce système permet aussi de renouveler ou de déplacer, à peu de frais, le bâtiment composé d'arceaux en fer et assujetti, à l'aide d'un ciment, par un remplissage en briques. Ces matériaux sont peu altérables, en ayant une surface dure et lisse, ou sans aspérités, sans épaisseur de murs, sans massif de maçonnerie et sans agent de destruction. De là des garanties de solidité durable et d'incombustibilité relative, avec des avantages d'économie certaine pour la dépense première et pour les frais d'entretien.

» Les soins de propreté sont très-faciles dans toutes les parties de la construction qui se prête aisément au lavage à grande eau, sans l'inconvénient de l'humidité du sol, comme dans les autres bâtiments militaires.

» La salubrité individuelle est toujours assurée pour chaque homme par un cubage d'air supérieur au minimum fixé par le règlement.

» C'est en comparant les différentes voûtes intérieures que l'inventeur en est venu à adopter la forme en ogive. La construction de ces bâtiments est caractérisée par une ossature de nervures ogivales en fer double T, placées sur des plans verticaux, scellées dans une fondation de béton ou de moellon et reliées entre elles par un faîtage horizontal en fer de même profil. L'espacement et la force des fers sont proportionnés à la portée de la construction. Le remplissage entre les nervures est en briques pleines ou tubulaires, d'une épaisseur variable, suivant le besoin. Il pourra être fait en béton ou en pierre dans certaines localités.

» Le sol, élevé sur un soubassement, est formé d'un dallage ou asphalte sur un massif de béton, posé lui-même sur un remblai en scories de forges ou sur un sable caillouteux.

» Les parois intérieures, tout à fait lisses, ne présentent aucun angle, aucune aspérité, de telle sorte qu'elles peuvent être renouvelées à peu de frais, avec la conservation intacte de l'ossature en fer.

» Ce principe de construction est applicable aux écuries des quartiers de cavalerie, comme à toutes les dépendances des logements militaires.

» C'est surtout aux hôpitaux de l'armée que le système de M. Tollet semble convenir plus spécialement, et je pourrais en exposer les avantages, si j'avais à résumer ici les observations d'une longue expérience sur les inconvénients des hôpitaux à plusieurs étages; mais, craignant de dépasser les limites de cette Communication, je me contenterai de quelques remarques sur le sujet qui nous occupe.

» Disons d'abord que les hôpitaux baraqués, bien construits et bien clos, sans étages supérieurs offrent en général les conditions les meilleures de salubrité, comme l'ont reconnu les médecins militaires qui se sont le plus occupés de l'hygiène des troupes, et, en dernier lieu, M. G. Morache (1). Citons, en France, l'hôpital du camp de Châlons, établi depuis 1857, et, en Algérie, l'hôpital du Dey, à Alger, dont la construction provisoire, en 1830, a duré près de quarante années dans un état de saine conservation. Citons aussi les pavillons séparés les uns des autres, et enfin les ambulances américaines, qui ont rendu tant de services à la guerre de sécession et que nous avons vus fonctionner à Paris pendant le siége des Prussiens.

» Mais ces hôpitaux mêmes, si avantageux qu'ils puissent être, sont encore exposés au plus redoutable des dangers, l'incendie. Or, le système de M. Tollet tend à le prévenir, par le mode de construction des bâtiments, préservés du feu, ainsi que de l'infection et de la destructibilité, inévitables dans les autres établissements hospitaliers.

» Quant à la température, elle y est maintenue régulièrement par un double coffrage ou cloisonnement qui comporte un épais matelas d'air, sans cesse renouvelé, dont le degré est variable, suivant le besoin. Les observations thermométriques ont démontré que, même avec une moindre épaisseur de parois, le calorique se conserve dans les salles, sans mélange d'air confiné ou d'odeurs méphitiques.

---

(1) *Traité d'Hygiène militaire*. Paris; 1874.

» La ventilation se trouve largement facilitée par la forme ogivale des bâtiments, substituée à la forme carrée ou angulaire, et par la diffusion de l'air renouvelable, soit comme ventilation régulière ou ascendante, soit comme ventilation de retour ou renversée. Chaque lit d'hôpital est pourvu d'un cube d'air de 60 à 62 mètres, bien supérieur à celui qui est accordé ailleurs et que l'habitude administrative a toujours plus de tendance à diminuer qu'à augmenter.

» Disons enfin qu'un chalet d'hôpital, d'après le système Tollet, se compose, pour 30 lits, d'une grande salle de 26 lits et de deux chambres de 2 lits chacune, l'une pour les grands malades ou blessés, l'autre pour les sous-officiers, avec les locaux annexés au service.

» Ces indications me paraissent suffisantes pour faire reconnaître que l'auteur de ce type de logements et d'hôpitaux militaires semble avoir résolu le problème multiple déjà posé, savoir : l'incombustibilité, la solidité, l'économie et surtout la salubrité.

» L'expérimentation du système de M. Tollet a été faite d'abord par lui, dans des proportions restreintes, à Paris ou aux environs.

» Il a obtenu ensuite du Ministre de la Guerre l'autorisation d'en démontrer une large application à Bourges, sous les yeux de M. le général Ducrot, commandant en chef du 8e corps d'armée. Les résultats ont confirmé, de tous points, les expériences de l'inventeur, car les hommes logés dans un bâtiment construit d'après ces principes ont déclaré s'y être trouvés fort bien.

» Plusieurs médecins militaires, et notamment M. Charles Sarazin, médecin en chef de l'état-major, ont constaté ces résultats satisfaisants, comme a pu les reconnaître depuis un médecin distingué des hôpitaux civils de Paris, M. Hillairet, qui se propose d'en faire l'objet d'une Communication à l'Académie de Médecine.

» Le général commandant le 8e corps a paru enfin si satisfait de l'expérimentation faite à Bourges, qu'il a demandé à M. le Ministre de la Guerre une application plus étendue de ce mode de construction.

» M. Tollet a donc été autorisé à soumettre son système au Comité du Génie et des fortifications, qui, après un examen attentif de tous les détails, après quelques objections susceptibles de se reproduire, a reconnu, en définitive, avec sa haute autorité, les avantages de ce système dans son ensemble. C'est l'honorable président du Comité lui-même, M. le général Frossard, qui a bien voulu me dire le résultat de cette appréciation, en me permettant de l'indiquer à l'Académie des Sciences.

» C'est pourquoi j'ai l'honneur de placer maintenant sous ses yeux les

divers plans proposés par M. Tollet, pour les pavillons de troupes avec leurs annexes et pour les hôpitaux militaires.

» L'objection la plus sérieuse que soulève ce type de construction en rez-de-chaussée ou même à un seul étage, c'est d'occuper une surface bien plus étendue que les bâtiments en hauteur ou à plusieurs étages superposés. Mais cette objection ne saurait subsister, puisque ces logements militaires sont surtout destinés à l'extérieur des villes, là, par conséquent, où l'espace libre ne manque pas, puisqu'ils offrent des garanties plus grandes de salubrité, par une aération large, facile, sans déperdition de chaleur et par l'éloignement des conditions d'encombrement, puisqu'ils préservent les soldats des fatigues inutiles occasionnées par la descente ou la montée continuelle des escaliers, puisqu'ils doivent contribuer, en définitive, à ménager davantage les forces de l'armée, en diminuant les proportions de sa mortalité. »

BALISTIQUE. — *Note accompagnant la présentation de la quatrième livraison du* Mémorial de l'Artillerie de la Marine; par M. **Dupuy de Lome.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part du Ministre de la Marine, la quatrième livraison du *Mémorial de l'Artillerie de la Marine.*

» Cette quatrième livraison contient le compte rendu des expériences exécutées à Gâvre sur un canon de 24 centimètres en fonte, fretté et tubé, et sur deux canons de 24 centimètres en acier. Ces expériences ont permis d'étudier à nouveau les lois de la résistance de l'air sur les projectiles cylindriques et ogivo-cylindriques, en faisant varier les vitesses depuis 210 mètres jusqu'à 474 mètres par seconde. Les résultats ont été d'accord avec ceux trouvés en Angleterre par le professeur Bashforth; ils s'écartent très-notablement de la loi généralement admise depuis quelques années, et d'après laquelle la résistance que les projectiles d'artillerie éprouvent dans l'air serait proportionnelle au cube de la vitesse du mobile.

» Cette proportionnalité de la résistance de l'air aux cubes des vitesses ne se vérifie approximativement que pour des vitesses moyennes.

» Pour celles relativement modérées, la résistance des projectiles croît moins vite que les cubes des vitesses, et pour les très-grandes vitesses elle croît, au contraire, plus vite que les cubes.

» L'étude de la loi de la résistance des projectiles dans l'air en fonction des vitesses doit d'ailleurs être l'objet d'une Note développée dans une des prochaines livraisons du *Mémorial d'Artillerie de la Marine.*

» Le tir des deux canons en acier est très-intéressant en ce sens qu'il démontre que l'on peut fabriquer, en France, de gros canons de ce métal, qui ne le cèdent en rien à ceux que l'on construit à l'étranger.

» On trouve dans le même numéro le compte rendu des expériences exécutées à Vincennes, en 1870, et à Cherbourg, en 1872, avec l'affût à éclipse de feu le vice-amiral Labrousse.

» Enfin on remarque aussi une Note de M. Sarrau, ingénieur des poudres et salpêtres, sur les effets de la poudre et des substances explosives.

» Ce travail constitue une application intéressante de la théorie mécanique de la chaleur, qui se recommande à l'attention des hommes spéciaux. En s'appuyant sur cette théorie et sur des expériences faites récemment au dépôt central des manufactures de l'État, l'auteur a calculé, pour les principales matières explosives, en suivant les méthodes établies par les belles recherches de notre confrère, M. Berthelot, la température et la force d'explosion, ainsi que le travail total que chacune de ces matières paraît théoriquement susceptible de fournir.

» Dans la Communication qu'il a faite à l'Académie dans la séance du 9 février dernier, notre confrère, M. le général Morin, a fait remarquer quel rôle important jouent, dans la loi du développement des efforts exercés par la poudre, les conditions matérielles de la fabrication et à quelles erreurs graves on peut être conduit, en ne tenant compte que des réactions chimiques.

» M. Sarrau ne commet pas l'erreur qu'a signalée notre savant confrère, et il a su tenir compte de tous les éléments qui peuvent influer sur les effets produits. Il a même réussi à soumettre au calcul ceux qui dépendent de l'*état variable* du phénomène de la déflagration, et à écarter ainsi les obstacles qui paraissaient s'opposer à l'application de la théorie mécanique de la chaleur à l'étude des effets produits par les substances explosives.

» Je profite de cette occasion pour signaler que le service d'artillerie de la Marine s'occupe en France depuis longtemps déjà de l'amélioration des poudres de guerre.

» La Marine, qui emploie de grosses bouches à feu et qui, pour cette raison, est la principale intéressée dans la question, s'était émue depuis longtemps de l'état d'infériorité qui résultait pour elle de l'emploi de notre ancienne poudre à canon ; elle entreprit, en conséquence, dès le mois d'août 1865, la comparaison de la poudre à canon française avec les diverses poudres étrangères, savoir : la poudre espagnole, les poudres anglaises, dites *L. G.* et *R. L. G.* et *Pellet,* les poudres prismatiques hollandaise et russe, la

poudre américaine, la poudre belge, la poudre Melsens, enfin la poudre anglaise Pebble.

» En 1867, les officiers d'artillerie de terre de la poudrerie du Bouchet ont commencé une série de recherches en vue de doter la Marine de nouvelles poudres d'origine française appropriées aux canons de gros calibres; ces recherches durent encore; mais l'Académie peut juger, par le nombre et la variété des échantillons qui sont mis sous ses yeux, des efforts qui ont été faits pour atteindre ce but important.

» Les expériences sont faites généralement par la Commission de Gâvre, qui mesure les vitesses initiales et les pressions développées par les gaz dans l'âme du canon.

» On s'est servi, pour la mesure des vitesses, successivement des chronoscopes électriques Navez et Navez-Leurs; aujourd'hui on emploie à peu près exclusivement l'appareil Le Boulengé. On compte faire usage aussi de l'appareil Schultz, modifié par M. Marcel Deprez; les pressions intérieures ont été mesurées pendant longtemps à l'aide du poinçon Rodmann; on préfère aujourd'hui l'appareil anglais dit *Crusher*, principalement à cause de la facilité qu'il fournit de comparer les expériences faites en France et en Angleterre.

» Enfin des études, qui se poursuivent à Paris depuis près de deux ans, permettent d'espérer que l'on pourra prochainement enregistrer les pressions successivement développées en un même point de la bouche à feu pendant le trajet du projectile dans l'âme, en se servant des appareils manométriques de M. Marcel Deprez, dont l'un des types a fait l'objet d'une Communication à l'Académie dans la séance du 11 septembre 1871, et des chronographes spéciaux établis pour cet usage par ce même savant.

» Outre les expériences de tir exécutées à Gâvre, principalement au point de vue des effets balistiques, il en est fait d'autres à la fonderie de Ruelle. Celles-ci ont pour but de mettre en évidence les qualités conservatrices ou brisantes d'une poudre ou d'un mode de chargement déterminé.

» Les études faites jusqu'ici ont conduit la Marine à adopter, pour le service de ses canons de 14, 16, 19 et 24 centimètres, la poudre du type belge de Wetteren, qui a la même composition que notre ancienne poudre de guerre, mais dont la densité absolue est très-peu inférieure à 1,8, et dont les grains taillés dans des galettes d'environ 15 millimètres d'épaisseur ont un volume variant de $2\frac{1}{2}$ à 4 centimètres cubes. Depuis quatre ans cette poudre est en service à titre provisoire.

» En ce moment, on étudie les types de poudre qui pourraient le mieux

convenir aux énormes charges des canons de 32 et de 27 centimètres, et l'attention se porte de nouveau sur les avantages que peuvent présenter, au point de vue de la quantité de gaz produits aux divers moments de la durée de la déflagration, les gros grains prismatiques ou cylindriques de 20 à 25 centimètres cubes, percés de part en part de sept petits trous cylindriques, conformément à un des échantillons mis sous les yeux de l'Académie.

» Cette disposition géométrique des grains est telle, qu'à mesure qu'ils se consument le diamètre des trous cylindriques va nécessairement en grandissant, de sorte que la surface productive des gaz s'augmente ou reste au moins constante, tandis que, pour les grains massifs ordinaires, cette surface est à son maximum au début de la déflagration et va rapidement en diminuant. »

M. le général **Morin**, après avoir entendu la lecture de la Note de M. Dupuy de Lôme, s'exprime comme il suit :

« A l'occasion de la Communication de M. Dupuy de Lôme au sujet des études et des expériences faites par l'artillerie de la Marine sur les poudres françaises et étrangères de divers procédés de fabrication, je crois devoir faire remarquer qu'il ne faudrait pas regarder comme une critique fondée l'assertion énoncée dans la Note présentée : que les poudres ordinaires fabriquées par l'artillerie de terre sont aujourd'hui de qualité insuffisante par rapport aux effets à obtenir.

» Ces poudres anciennes, dont la composition est restée la même depuis deux siècles au moins et est encore aujourd'hui regardée comme le type normal et invariable des essais que l'on tente, satisfaisaient à toutes les conditions du service qu'on devait en attendre.

» Destinées à être employées dans des canons en bronze ou en fonte, dans des bouches à feu longues ou courtes, tirant des projectiles sphériques roulants, d'un poids modéré, elles fournissaient des vitesses initiales et des portées suffisantes alors pour les besoins de la guerre. Elles avaient la propriété précieuse de se conserver à peu près indéfiniment, puisque des poudres du temps de Louis XIV ont été, il y a quelques années, trouvées d'aussi bonne qualité que des poudres neuves. Il n'en existait que deux types, l'un pour la mousqueterie, l'autre pour le canon, assez peu différents entre eux pour qu'on pût au besoin substituer l'un à l'autre, et l'uniformité des approvisionnements, ainsi que celle des effets, était assurée dans toute l'étendue du pays et de ses colonies.

» On perd trop aujourd'hui de vue ces deux conditions fondamentales de la conservation et de l'uniformité des poudres.

» Aux anciennes bouches à feu lisses, tirant à boulets roulants des projectiles sphériques d'un poids modéré, on a substitué des canons rayés, se chargeant, les uns librement par la volée, les autres par la culasse avec forcement. Le poids des projectiles de même calibre nominal a été plus que doublé; on veut obtenir des vitesses initiales et des portées qui dépassent de beaucoup celles dont on se contentait autrefois. Toutes les conditions balistiques sont donc changées, et il est tout naturel que les anciennes poudres n'y satisfassent pas et même que le métal employé doive être modifié.

» Mais depuis longues années déjà toutes les poudreries ont été pourvues par l'artillerie d'usines à meules à l'aide desquelles on y fabriquait des poudres de chasse de grande densité, égales ou même supérieures, quant aux effets balistiques, aux meilleures poudres anglaises.

» C'est le même outillage que l'on emploie pour la fabrication des poudres nouvelles que l'on étudie.

» Dans ces essais on a toujours satisfait, sous le rapport des densités et des vitesses, aux demandes variées que l'artillerie de terre et l'artillerie de marine ont formulées pour la suite des essais qu'elles poursuivent. J'en fournirai la preuve par la Communication prochaine de documents authentiques.

» En ce moment même, on fabrique au Bouchet un type de poudre qui paraît définitivement satisfaire aux conditions exposées pour le tir des bouches à feu de la Marine, et l'on peut être assuré que ces produits ne seront inférieurs à aucun de ceux des pays étrangers.

» Je ne parlerai pas des moyens d'expérimentation à employer, et je me bornerai à dire que sous ce rapport comme sous les autres des progrès importants sont en voie de réalisation, et qu'il est à désirer qu'on dote nos poudreries de ces moyens.

» Il ne convient pas d'ailleurs de s'étendre davantage sur ces questions dans lesquelles les sciences chimique et mécanique peuvent certainement intervenir utilement, mais dont la solution définitive appartient évidemment aux services publics intéressés, qui seuls peuvent tenir compte, dans la mesure convenable et possible, de toutes les conditions si variées et d'ordres si divers auxquelles les poudres doivent satisfaire. »

M. Mulsant, Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, fait hommage à l'Académie de plusieurs ouvrages publiés récemment par lui (voir au *Bulletin bibliographique*, p. 1071).

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'extrême petitesse du diamètre apparent des étoiles fixes.* Note de M. Stéphan.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Fizeau, Janssen.)

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1008), j'ai eu l'honneur de rappeler à l'Académie une idée anciennement émise par M. Fizeau sous forme de simple aperçu et qui, jusque-là, semblait être restée dans l'oubli, bien que renfermant le germe de conséquences fort importantes. Cette idée peut se formuler comme il suit : Dans plusieurs cas, en donnant naissance à certains phénomènes d'interférence, on peut augmenter la sensibilité des instruments d'optique ordinaires.

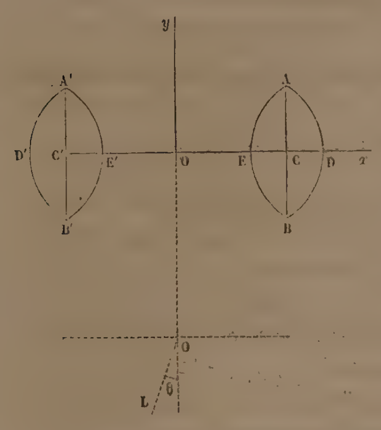
» Guidé par l'illustre physicien, j'ai cherché à déduire de cette conception originale quelques notions précises sur le diamètre apparent des étoiles fixes, et, dans la Note citée plus haut, j'ai fait connaître à l'Académie le résultat de quelques expériences préliminaires dont il convient de rappeler le principe général.

» On sait que si un appareil télescopique est dirigé vers un point lumineux et diaphragmé par un écran percé de deux ouvertures très-petites, il se forme dans le plan focal un système de franges alternativement noires et brillantes, et une théorie très-élémentaire fait connaître l'angle sous lequel la distance l des deux premières franges noires serait vue du centre optique de l'objectif. Cet angle, évalué en secondes d'arc, est représenté par le rapport $\frac{103,1}{l}$ (la longueur d'ondulation étant supposée égale à $0^{mm},0005$, et l exprimée en millimètres).

» Si la source lumineuse possède des dimensions sensibles, ses divers points donnent lieu à des systèmes de franges qui empiètent les uns sur les autres. Si donc ce diamètre est égal ou supérieur à $\frac{103,1}{l}$, le recouvrement est complet, et les franges disparaissent. Si, au contraire, les franges persistent, on doit en conclure que le diamètre de la source est inférieur au rapport précédent.

» Dans la pratique, lorsque l'on opère avec une source lumineuse de faible intensité, par exemple quand on vise une étoile, on est forcé de donner aux ouvertures d'assez grandes dimensions ; mais on peut démon-

trer que, dans ce cas encore, pourvu que les ouvertures soient égales entre elles et composées chacune de deux moitiés symétriques par rapport à un axe, les deux axes étant perpendiculaires à la droite qui joint leurs milieux C, C′, il se forme des franges dont l'espacement est le même que si les ouvertures se réduisaient aux points C et C′.



» Le problème peut être posé dans les termes suivants :

» Étant données deux portions égales ADBE, A′D′B′E′ d'une même onde plane, dont les contours se composent chacun de moitiés symétriques, par rapport à deux axes AB, A′B′, parallèles entre eux, et perpendiculaires à la droite CC′, qui joint leurs milieux, déterminer l'intensité de la lumière reçue à l'infini, suivant une droite OL, située dans un plan perpendiculaire à celui de l'onde et passant par CC′.

» Prenons pour axes des abscisses (x) la droite (C′C) et pour axe des ordonnées (y) la perpendiculaire à la précédente, menée par le milieu O de CC′.

» Soient

θ l'angle de OL avec la normale au plan de l'onde;

l = CC′ la distance des portions moyennes des ouvertures;

a = ED la plus grande dimension des ouvertures dans le sens de l'axe des x;

h = AB la plus grande dimension des ouvertures dans le sens de l'axe des y.

» Désignons par $\sin 2\pi\frac{t}{T}$ (T étant la durée de la vibration) la vitesse de la vibration qui, ayant été émise par l'élément O de l'onde plane, parviendrait à l'instant t à un plan très-éloigné de cette origine, et perpendiculaire à la direction OL. Les vitesses envoyées simultanément au même plan par deux éléments des ouvertures pris symétriquement par rapport à Oy sont respectivement

$$\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x\sin\theta}{\lambda}\right)$$

(λ étant la longueur d'onde) ;

$$\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x\sin\theta}{\lambda}\right).$$

La vitesse résultante a pour expression

$$2\sin 2\pi\frac{t}{T}\cos 2\pi\frac{x\sin\theta}{\lambda};$$

donc l'intensité lumineuse, suivant la direction OL, est proportionnelle à la quantité

$$I^2=\left(\int\int\cos 2\pi\frac{x\sin\theta}{\lambda}\,dx\,dy\right)^2,$$

l'intégrale s'étendant à tous les éléments de l'ouverture ADBE.

» Soit

$$x=f(y)$$

l'équation de la ligne ADB; on a, par une première intégration relative à x,

$$\frac{\lambda}{2\pi\sin\theta}\int_{y_2}^{y_1}dy\left\{\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}f(y)-\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}[l-f(y)]\right\}dy$$
$$=\frac{\lambda}{\pi\sin\theta}\cos\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}l\int_{y_2}^{y_1}\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}\left[f(y)-\frac{l}{2}\right]dy,$$

y_1 et y_2 étant les ordonnées des points A et B.

» L'intégration qui figure au dernier membre de l'expression précédente ne peut être effectuée dans tous les cas; mais la valeur de cette intégrale peut être mise sous la forme

$$I^2=\frac{\lambda^2h^2}{\pi^2\sin^2\theta}\cos^2\frac{\pi\sin\theta}{\lambda}l\sin^2\frac{\pi\sin\theta}{\lambda}\mu a,$$

μ étant une fraction proprement dite.

» Cette expression de I^2 nous apprend que l'éclairement maximum absolu a lieu suivant la normale à l'onde. A partir de cette direction, de part et d'autre de OL, se succèdent des maxima relatifs séparés par des minima complétement privés de clarté. Ces minima sont répartis en deux séries définies par les formules suivantes :

Série A. . . . . $\sin\theta=\frac{2k+1}{2}\frac{\lambda}{l}$,

Série B. . . . . $\sin\theta=k\frac{\lambda}{\mu a}$,

k étant un nombre entier quelconque.

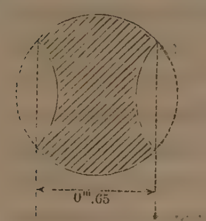
» Si l'on considère les premiers arcs de ces deux suites, on voit que

Pour la série A, l'écartement de deux franges noires consécutives est $\frac{\lambda}{l}$,

» B » » $\frac{\lambda}{\mu a}$.

» Si donc a, c'est-à-dire la largeur des fentes, est une petite quantité par rapport à la distance l de leurs parties moyennes, l'écartement $\frac{\lambda}{\mu a}$ est très-grand par rapport à $\frac{\lambda}{l}$, même en supposant μ voisin de l'unité. Il en résulte que toutes les franges centrales visibles appartiennent au premier groupe.

» Or la quantité $\frac{\lambda}{l}$ exprimée en secondes d'arc donne $\frac{103,1}{l}$; nous retombons donc sur le résultat qui nous avait été fourni par la théorie élémentaire avec l'hypothèse de deux ouvertures excessivement petites.



» L'instrument dont j'ai fait usage à Marseille est le grand télescope Foucault, de 80 centimètres de diamètre, muni d'un écran lunulaire; les lunules sont limitées par des cercles égaux de 80 centimètres; leurs grands axes sont parallèles et distants de 65 centimètres.

» Si l'on dépassait cet écartement, pour lequel le rapport $\frac{\lambda}{l}$ prend la valeur 0",158, les images s'affaibliraient outre mesure.

» Avec cette disposition expérimentale, j'ai continué depuis près d'une année l'examen de la plupart des belles étoiles, y compris un grand nombre de la 3e grandeur et quelques-unes de la 4e.

» Toutes ont présenté des franges, sans excepter Sirius qui, dans une première expérience où cette étoile n'était que fort peu élevée au-dessus de l'horizon, semblait se soustraire à la loi commune, mais où, en réalité, tout était brouillé par des ondulations atmosphériques excessives.

» Il résulte de là qu'aucune des étoiles examinées ne possède un diamètre apparent atteignant 0",158; mais il y a plus : il est fort remarquable que, pour toutes les étoiles et pour un même observateur, l'apparition des franges commence à se manifester avec le même grossissement et en conservant le même aspect. J'ai toujours commencé à les discerner à partir du grossissement de 600 fois, jamais au-dessous. Il faut en conclure que l'empiétement mutuel des systèmes de franges produits par les ondes extrêmes est sensiblement négligeable par rapport à l'écart des bandes de chaque

système. En d'autres termes, les expériences citées ne prouvent pas seulement que le diamètre apparent des étoiles examinées est inférieur à 0",158, elles montrent encore que ce diamètre est une très-faible fraction du nombre précédent. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la température de la surface solaire;* par M. E. VICAIRE.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 12 février 1872, je faisais remarquer que, en admettant la relation de proportionnalité entre le rayonnement des corps et leur température, on devait arriver à des résultats d'autant moins erronés dans la comparaison des températures que celles-ci seraient moins éloignées les unes des autres. Je ne puis donc manquer de reconnaître que les nouvelles expériences du P. Secchi réalisent un progrès par rapport à ses précédentes évaluations de la température solaire, et je suis heureux de constater que ce premier progrès a conduit l'éminent Correspondant de l'Académie à raccourcir de deux zéros le nombre qu'il avait d'abord admis. Malgré cela, je pense qu'il reste encore bien loin de la réalité.

» J'avais déjà montré, dans la Note précitée, que la proportionnalité ne conduit à aucune approximation, même dans des limites de température aussi peu étendues que celles, par exemple, entre lesquelles oscille la chaux drummondienne, suivant que le jet de gaz est plus ou moins actif. Les nouvelles expériences du P. Secchi nous fourniraient au besoin une indication dans le même sens. Nous y voyons que la lumière électrique employée valait 1450 bougies du commerce; or je trouve que la projection verticale d'une de ces flammes a une étendue d'environ 250 millimètres carrés, soit à peu près 3,2 fois celle des charbons voltaïques; les rayonnements des deux corps à surface égale sont donc dans le rapport de 1 à $\frac{1450}{3,2} = 450$. Personne n'admettra que ce soit là le rapport des températures.

» On se rappelle aussi que, dans les expériences de MM. Fizeau et Foucault, le rapport de l'intensité de la radiation solaire à celle des charbons voltaïques a été trouvé égal à 2,5 seulement, tandis que le P. Secchi trouve environ 40. Il est vrai que, dans le premier cas, ce rapport a été mesuré par une action chimique, et, dans le second, par un effet thermique.

Si l'on fait abstraction de cette différence, par laquelle il semble difficile d'expliquer une divergence aussi considérable, celle-ci n'a néanmoins rien de surprenant, si l'on admet qu'elle puisse résulter d'une petite différence dans la température des deux foyers électriques.

» Si donc il est clairement démontré, par ces expériences, que la température solaire ne se chiffre pas par millions, il n'en résulte aucunement qu'elle approche de 150000 ou même de 100000 degrés, et je me crois autorisé plus que jamais à persévérer dans l'opinion précédemment admise par moi, qu'elle ne dépasse pas quelques milliers de degrés.

» Incidemment je ferai remarquer que la température de 3000 degrés, qu'on attribue volontiers aux charbons voltaïques, est sujette à contestation. La chaux drummondienne, à laquelle MM. Fizeau et Foucault ont comparé ces charbons, est à une température bien inférieure à celle de la flamme qui la chauffe, et cette flamme, forcément mélangée d'air, est très-loin d'avoir la température de 2500 degrés que donnerait un mélange à équivalents égaux d'oxygène et d'hydrogène purs. On n'a jamais, que je sache, mesuré le rayonnement d'un corps solide porté effectivement à 2500 degrés, et il n'est pas démontré qu'il fût inférieur à celui des charbons voltaïques.

» Dans cette même Note, j'expliquais la loi de Dulong et Petit, par l'accroissement qu'éprouve, avec la température, l'épaisseur de la couche dont les rayons parviennent au dehors. M. Hirn a développé récemment une idée analogue, et il conclut ainsi relativement au Soleil :

« Si les parties solides ou liquides incandescentes, desquelles relève l'éclat de la photosphère, sont opaques comme elles le seraient à une basse température..., les physiciens et les astronomes qui, avec le P. Secchi, attribuent au Soleil une température de quelques millions de degrés, ont alors pleinement raison. Si, au contraire, par suite de la température élevée du gaz au sein duquel elles se précipitent continuellement, ces parties solides deviennent non-seulement incandescentes, mais plus ou moins diaphanes et diathermanes, la vérité est du côté des physiciens et des astronomes, qui attribuent au Soleil une température bien inférieure, une température qui peut fort bien ne pas dépasser quelques milliers de degrés. »

» Je me félicite vivement de voir ce savant et ingénieux physicien appuyer de ses expériences et presque de son adhésion explicite cette dernière opinion que, le premier, je crois, j'ai osé formuler; mais son énoncé des conditions nécessaires pour que le rayonnement croisse beaucoup plus vite que la température ne me semble pas suffisamment précis. Il n'est pas besoin d'une opposition aussi tranchée entre les propriétés des corps froids et celles des corps chauds. Les premiers ne sont jamais entiè-

rement opaques : le rayonnement émane toujours d'une certaine profondeur. Les corps chauds n'ont pas besoin d'être parfaitement diathermanes, comme M. Hirn semble le demander en divers passages de son Mémoire, et ce qui le prouve, c'est que la loi de Dulong et Petit a été établie précisément dans les limites de température où l'opacité apparente est encore complète. La condition nécessaire et suffisante, c'est que l'épaisseur de ce que j'ai appelé la *couche efficace* croisse à peu près proportionnellement à la température, ce qui n'empêche pas qu'elle puisse rester toujours fort petite en grandeur absolue, et nullement comparable à l'épaisseur de la photosphère, non plus qu'à celle des protubérances, ou même des courants des pénombres.

» L'observation du P. Secchi sur la superposition de ces derniers objets n'est donc pas concluante. C'est d'ailleurs avec une grande raison que l'éminent astronome fait remarquer lui-même que l'intensité de la lumière peut empêcher de distinguer les couches inférieures. C'est ainsi que l'œil nu ne distingue pas ou distingue avec peine une flamme de bougie à travers une autre, tandis que la transparence devient très-évidente si l'on interpose un verre absorbant.

» De tout ce qui précède je crois pouvoir conclure, avec plus de confiance que jamais, non-seulement que la température de la surface solaire ne dépasse pas quelques milliers de degrés, mais encore que cette température n'éprouve depuis bien longtemps aucune variation. En effet, une variation même très-petite aurait produit un changement considérable dans le rayonnement, tandis qu'il est certain que celui-ci est resté absolument invariable et surtout n'a pas diminué depuis plusieurs milliers d'années, et n'a même pas changé considérablement dans toute la durée des âges géologiques pendant lesquels la Terre a porté des végétaux à feuilles vertes (1). Que dire d'un refroidissement qui aurait atteint 5000 et plus vraisemblablement 20 000 degrés dans l'espace de quatre mille ans seulement (2). Le rayonnement fût-il même simplement proportionnel à la température, et celle-ci fût-elle de 200 000 degrés, qu'un pareil changement se serait fait sentir sur la Terre ; tel est cependant l'abaissement de température qui aurait dû se produire si le Soleil, avec sa masse admise, n'était autre chose qu'un corps en voie de refroidissement ; donc cette hypothèse est fausse, donc il existe dans le Soleil une cause actuelle de production de chaleur.

---

(1) Je dois cette dernière remarque à la bienveillance de M. Élie de Beaumont.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 790.

» Cette cause ne réside pas dans une transformation de travail ou de force réelle en chaleur, transformation qui aurait lieu par le fait de la contraction de l'astre. En effet, cette transformation suppose une contraction, laquelle suppose un refroidissement, et son importance est essentiellement liée à celle du refroidissement : une cause de ce genre ne peut donc que compenser *partiellement* les pertes de chaleur. C'est le raisonnement par lequel j'ai déjà montré qu'on ne peut pas expliquer l'énorme température attribuée au Soleil par la contraction de la nébuleuse primitive.

» Enfin le P. Secchi n'est-il pas en contradiction avec lui-même lorsqu'il veut, d'une part, que le refroidissement soit tellement faible par rapport à la chaleur totale de l'astre qu'il n'exerce pas la plus minime influence sur le rayonnement et, d'autre part, qu'il produise une contraction suffisante pour expliquer, en vertu de la loi des aires, le mouvement relatif si considérable de la zone équatoriale? Il faut se rappeler que l'avance de cette zone ne s'élève pas à moins de 60 ou 65 minutes par rapport au parallèle de 36 degrés, pour ne prendre que des régions dont les vitesses soient bien déterminées, et cela sur un mouvement diurne total de 800 minutes à cette dernière latitude. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Détermination de l'intensité calorifique du flux solaire.* Mémoire de M. **Duponchel.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« Les observations pyrhéliométriques, telles qu'elles ont été faites jusqu'ici, sont entachées d'une très-grande cause d'erreurs provenant de l'impossibilité de tenir compte avec l'instrument de Pouillet de la masse principale de déperdition calorifique due à l'absorption de l'atmosphère.

» L'interprétation mathématique des observations thermométriques faites comparativement par M. Martins à Bagnères-de-Bigorre et sur le pic du Midi, pendant le mois de septembre 1864, permet d'établir que la quantité de radiation calorifique émise par mètre carré de la surface solaire ne saurait être inférieure à 9 356 000 calories par minute, nombre 11 fois plus fort que celui qui a été trouvé par Pouillet.

» Le Mémoire de Pouillet (*Comptes rendus*, t. VII) contient une erreur d'appréciation bien plus considérable encore, lorsque, cherchant à se rendre compte du refroidissement moyen du Soleil, ce savant croit pouvoir admettre arbitrairement que sa chaleur spécifique moyenne est égale à 133 *fois* celle de l'eau. Les dernières observations spectroscopiques ayant

démontré l'analogie de composition chimique de tous les astres, non-seulement de notre système solaire, mais de la création, un tel chiffre ne saurait être accepté à aucun point de vue, et l'on restera dans l'ordre des faits probables, sinon complétement positifs, en admettant que cette chaleur spécifique est égale à celle des matériaux de notre globe terrestre, qui, terres et métaux, ne dépasse pas en moyenne 0,12.

» L'application de ces chiffres au problème que s'était posé Pouillet dans le Mémoire précité conduit à cette conséquence, que le refroidissement graduel du Soleil, tel qu'il résulterait d'un rayonnement égal et continu dans l'espace, correspondrait à un abaissement annuel non pas de $\frac{1}{100}$ de degré, mais bien *de 140 degrés au moins* dans la température moyenne de sa masse totale, supposée douée d'une conductibilité parfaite.

» Un tel résultat suffit pour prouver l'impossibilité absolue d'attribuer les effets calorifiques du Soleil à un simple rayonnement d'une masse incandescente et pour démontrer la nécessité d'expliquer le phénomène par une cause incessante du renouvellement de la chaleur solaire autre que toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici. »

M. **Duponchel**, en adressant ce nouveau Mémoire, demande l'ouverture d'un pli cacheté, dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans sa séance du 8 décembre 1873.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Lettre et la Note suivantes :

« Montpellier, le 5 décembre 1873.

» Monsieur le Secrétaire perpétuel, depuis plusieurs années je m'efforce de réunir en une même synthèse philosophique les divers principes des sciences physiques. J'ai trop souvent été obligé de modifier mes opinions et de rectifier mes propres erreurs pour me dissimuler mon insuffisance à accomplir une œuvre pareille.

» Cependant, après bien des tâtonnements, je suis arrivé à un ensemble de déductions théoriques qui me paraissent plausibles et susceptibles de démonstration. J'espère être prochainement en mesure de publier un travail assez étendu sur ce sujet; mais je ne voudrais pas qu'on pût m'accuser de plagiat si d'autres venaient dans l'intervalle à émettre quelques-unes de mes idées nouvelles auxquelles je suis parvenu. Je vous serais, en conséquence, fort reconnaissant, Monsieur le Secrétaire perpétuel, si vous voulez bien m'accorder l'insertion dans les *Comptes rendus* de la Note ci-jointe, dans laquelle j'ai résumé aussi succinctement que possible mes conclusions sur une théorie de la chaleur solaire, dont précisément le monde savant s'occupe beaucoup aujourd'hui.

Circulation du mouvement calorifique dans les systèmes planétaires.

» I. Les atmosphères gazeuses enveloppant les grands corps célestes sont de véritables ressorts plus ou moins tendus, qui, par leur masse et leur degré de tension déterminent

l'écart de température existant entre leur couche supérieure liquéfiée, dont la température est voisine du zéro absolu, et leur couche inférieure qui règle la température de la zone habitable, à la surface du noyau solide.

» II. Les couches atmosphériques sont maintenues en suspension par l'action combinée de la pesanteur qui tend à les faire descendre, et de l'excès de température des couches contiguës qui tend à les faire monter.

» La pesanteur agit toujours de la même manière sur les molécules gazeuses; mais l'excès de température opère avec deux modes différents, soit par une poussée des couches inférieures, soit par une aspiration des couches supérieures; d'où résultent deux états d'équilibre distincts. Dans le premier cas, les températures sont uniformément décroissantes, l'équilibre est indifférent et les couches non homogènes se superposent dans l'ordre ascendant de leurs chaleurs spécifiques. Dans le second cas, les températures sont uniformément croissantes; l'équilibre est stable et les couches non homogènes se superposent dans l'ordre descendant de leurs chaleurs spécifiques.

» III. Deux cas sont à distinguer dans l'équilibre d'une atmosphère, suivant que le corps céleste auquel elle appartient est ou n'est pas baigné par un flux calorifique en excès venant du dehors.

» Dans le premier cas, qui est celui des corps planétaires incessamment réchauffés par le flux calorifique émis par l'astre stellaire de leur système, le ressort atmosphérique est tendu à son maximum. L'état d'équilibre est celui des températures décroissantes; le maximum est à la base et l'épaisseur relativement peu considérable de l'atmosphère planétaire détermine la température propre de la zone habitable, plus ou moins modifiée par l'action directe du flux calorifique extérieur, suivant la latitude du lieu, l'heure et la saison.

» Dans le second cas, qui est celui des astres stellaires parvenus à un certain état de refroidissement, ne pouvant percevoir d'autre chaleur que celle qu'ils émettent par eux-mêmes, l'atmosphère relativement beaucoup plus épaisse que celle des planètes est incomplétement tendue et se divise en deux parties séparées par une zone intermédiaire qui est la photosphère. L'atmosphère supérieure obéit comme celle des planètes à la loi des températures décroissantes, l'atmosphère inférieure à celle des températures croissantes.

» IV. La zone intermédiaire des atmosphères stellaires où photosphère a un maximum de température; elle est composée des substances volatiles, ayant la moindre chaleur spécifique, qui sont surtout les composés métallifères plus particulièrement aptes à déterminer les vibrations lumineuses de l'éther.

» Les couches de la photosphère sont dans un grand état de stabilité ne pouvant que difficilement se soulever dans l'atmosphère supérieure et plus difficilement encore pénétrer dans l'atmosphère inférieure.

» V. Les substances gazeuses qui constituent l'atmosphère stellaire n'ayant ni pouvoir émissif ni pouvoir absorbant, la photosphère, malgré son degré de température élevé, déterminé par l'épaisseur des couches atmosphériques qui la surmontent, n'émettrait ni chaleur, ni lumière, si une cause particulière n'imprimait aux molécules de l'éther vibrant transversalement la composante verticale nécessaire à la propagation de ce mouvement dans l'espace. Cette cause est la force centrifuge résultant du mouvement de rotation de l'astre stellaire sur lui-même qui règle la circulation de la chaleur dans l'espace, comme le

pendule règle les mouvement de l'horloge, comme les battements du cœur règlent la circulation du sang dans le corps humain.

» VI. Au flux calorifique et lumineux émis par la photosphère, principalement dans le plan de son équateur, que nous appellerons *flux artériel*, répond nécessairement un flux en retour, égal et de sens contraire, un flux veineux dirigé vers les pôles de l'astre stellaire.

» Ces deux flux de chaleur inverse ayant des points de départ et d'arrivée peu différents coexistent dans toutes les régions de l'espace, sensiblement parallèles ou concentriques, rigoureusement égaux, le flux veineux restituant à chaque instant au Soleil la chaleur émise par le flux artériel.

» Pour parler plus correctement peut-être, ces deux flux de chaleur inverse peuvent être considérés comme les deux branches d'un même courant ou circuit de vibration de l'éther ayant son siége sur la photosphère qu'il parcourt des régions des pôles à celles de l'équateur solaire, sa branche ascendante se diffusant et sa branche descendante se concentrant uniformément dans toutes les régions de l'espace.

» VII. A ce circuit principal extérieur qui se forme sur la photosphère correspond probablement un circuit inverse dans l'atmosphère solaire inférieure, dont l'intensité toutefois doit être très-affaiblie, à raison des conditions de stabilité d'équilibre particulières à cette atmosphère inférieure.

» VIII. L'interposition d'un corps planétaire absorbant le flux artériel supprime par le fait la cause et les effets du flux veineux qui lui faisait équilibre dans le faisceau conique sous-tendu par le corps planétaire.

» IX. Ce n'est ni par centaines de siècles ni par années, mais probablement par minutes et peut-être par secondes qu'il faudrait évaluer le temps pendant lequel la photosphère pourrait continuer à fonctionner si la réserve de chaleur qu'elle contient n'était constamment entretenue par le retour du flux veineux compensant les pertes du flux artériel.

» X. La durée moyenne du circuit total de la chaleur solaire ne dépasse probablement pas le temps nécessaire pour atteindre l'orbite de Jupiter, soit 80 minutes environ à l'aller et au retour.

» La quantité totale de force vive calorifique en circulation est dès lors très-limitée et ne paraît pas devoir dépasser 500 millions de calories par mètre carré de surface solaire, quantité dont la réserve contenue dans la photosphère ne représente très-probablement elle-même qu'une faible proportion.

» XI. Cette faible capacité du flux calorifique en mouvement, et plus encore de celui qui est emmagasiné dans la photosphère solaire, est, indépendamment de toute théorie, démontré par le fait de l'action que le passage de Jupiter au périhélie exerce sur la température de la photosphère. Cette action constatée par la périodicité du retour des taches solaires coïncidant avec le passage de Jupiter au périhélie, est nécessairement frigorifique, ainsi que le démontrent les observations directes d'Arago, de Gautier et du P. Secchi. Il est d'ailleurs évident qu'elle ne peut être que très-inférieure en intensité de force vive momentanément perdue par le Soleil à la quantité de chaleur solaire que Jupiter perçoit dans le quart de sa révolution, ou, ce qui revient au même, à la quantité de chaleur que le Soleil émet en un septième de seconde.

» XII. Au circuit extérieur des ébranlements de l'éther qui parcourt la photosphère

doit nécessairement correspondre un circuit matériel et de même sens, avec déplacement et transport réel des couches centrales de l'atmosphère solaire, analogue à celui que la rotation de la Terre détermine dans son atmosphère, et qui, entre autres effets, produit sur notre globe le phénomène des vents alizés.

» Les substances gazeuses de la photosphère entraînées à partir des pôles sont projetées verticalement dans le cercle équatorial à des hauteurs plus ou moins grandes, d'où elles retombent en partie condensées sur leurs points de départ. A raison des différences d'état d'équilibre que présentent les deux atmosphères entre lesquelles est comprise la photosphère, les transports de gaz matériels ne peuvent pénétrer que très-difficilement dans l'atmosphère inférieure, mais s'épanouissent plus librement dans l'atmosphère supérieure.

» XIII. Cette théorie nous paraît mieux que toute autre rendre compte des phénomènes apparents que les observations télescopiques et spectroscopiques font reconnaître dans l'atmosphère solaire.

» Les pores de la photosphère sont les stries résultant de l'ébranlement continuel de sa surface. Les taches et facules sont les résultats des condensations et de volatilisations successives des substances métallifères et gazéiformes qui s'élèvent ou retombent dans l'atmosphère supérieure. Les proéminences enfin sont produites par l'épanouissement des mêmes substances gazéiformes qui, accidentellement projetées dans les couches stables de l'atmosphère inférieure et violemment repoussées par elles avec un grand excès de chaleur, déchirent la photosphère et viennent s'épanouir en gerbes plus ou moins intenses dans l'atmosphère supérieure. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur des réactifs permettant d'obtenir des patines de diverses couleurs à la surface des bronzes, à propos d'une Communication récente de M.* H. Morin; par MM. **P. Christofle** et **Bouilhet.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Peligot, Tresca.)

« Dans la séance du 23 mars dernier, l'Académie a reçu la Communication d'une Note de M. H. Morin sur la composition d'une certaine classe de bronzes chinois et japonais, décorés de fines incrustations d'argent, dont la patine d'un beau noir est le caractère distinctif. Ses analyses lui ont permis d'attribuer à la présence du plomb, en notable proportion dans ces alliages, la belle patine noire dont ces bronzes sont revêtus.

» Des recherches analogues, entreprises par nous sur les patines colorées des bronzes qui nous viennent de l'extrême Orient, nous ont conduits à des résultats qui confirment l'opinion de M. Morin. Nous avons aussi entrepris un travail sur ce sujet, en analysant dix-huit échantillons de bronze à coloration variée, que nous devons à la bienveillante obligeance de M. Cernuschi.

» Une collection semblable de types des colorations les plus belles, em-

ployées au Japon, figuraient à l'exposition de Vienne, et M. Cernuschi a été assez heureux pour obtenir un exemplaire en double qu'il a exposé en novembre 1873, au Palais de l'Industrie, dans l'exposition de l'extrême Orient, organisée par les soins de M. de Longperrier.

» Mais nous n'avons pas voulu nous contenter de reconnaître par l'analyse la composition de ces bronzes, nous avons aussi entrepris de reproduire les patines dont ils sont revêtus. En l'absence de tous documents, et dans l'impossibilité où nous sommes de déterminer la composition de la patine sans la détruire, nous avons besoin encore d'un certain temps pour achever notre travail, qui exigera de nombreux tâtonnements. Le moment venu, nous présenterons à l'Académie le résultat de nos recherches; mais nous avons pensé que, puisqu'aujourd'hui l'attention était appellée par la Note de M. Morin sur la patine des bronzes japonais, il serait peut-être intéressant de soumettre à l'Académie les résultats auxquels nous sommes parvenus depuis longtemps et que nous perfectionnons tous les jours.

» Déjà en 1867, à l'Exposition universelle, nous avions montré des bronzes incrustés d'or et d'argent, mais dont la patine, la seule que nous eussions trouvée jusque-là, était brune. Les pièces et les procédés brevetés par nous avaient été, à cette époque, présentés à la Société d'Encouragement.

» Sûrs des procédés de damasquinage et d'incrustation par une pratique constante, nos recherches se sont portées depuis sur les colorations variées du bronze et les moyens de les obtenir. Convaincus par de nombreuses expériences que la patine d'un bronze n'est durable que si elle est obtenue par une réaction chimique naturelle et non par l'application d'un vernis, de bronzines ou de sauces, nous nous sommes attachés à ne la produire que dans ces conditions. Les différentes pièces que nous présentons aujourd'hui offrent des types de coloration brune, rouge, orangée et noire qui servent à faire ressortir les effets que produit l'incrustation de l'argent, de l'or et de leurs alliages.

» Ces patines sont obtenues à la surface par des réactifs déterminant la production du protoxyde de cuivre à deux états moléculaires différents et du sulfure de cuivre. Des réserves en vernis permettent de les produire en des points différents, et la condition principale de réussite de ces opérations est la lenteur avec laquelle elles sont conduites. Ces pièces montreront, nous l'espérons, que notre procédé est pratique et constant, puisqu'il nous permet de répéter, à coup sûr, les trois patines que nous signalons.

» Mais il est un fait sur lequel nous voulons appeler, dès aujourd'hui, l'attention de l'Académie, et qui nous a engagés à parler de nos travaux en ce moment : c'est qu'il est inutile de recourir à l'emploi des bronzes plombeux dont M. Morin a fait l'analyse pour obtenir de belles patines noires; car toutes les patines dont nous montrons les échantillons sont obtenues sur du cuivre pur travaillé au marteau ou déposé par la pile. C'est en effet le métal qu'après de nombreux essais nous avons adopté, et nous avons pensé qu'il n'était pas inutile de faire connaître que l'on peut, sur un métal pur dont l'emploi si facile se prête à tant de combinaisons artistiques, obtenir de très-belles patines solides et variées, faisant corps véritablement avec lui, sans être obligé de chercher à faire entrer dans la pratique industrielle des bronzes analogues à ceux dont parle M. Morin, et dont il signale lui-même les inconvénients. Ces alliages, en effet, seraient d'un emploi difficile à cause de leur fragilité et de leur peu de stabilité, et n'ont d'intérêt, dit l'auteur même de la Communication, que par la belle patine noire qu'ils prennent facilement en les chauffant au moufle.

» Nous avons joint aux différents échantillons en cuivre rouge, incrustés d'or et d'argent et colorés par des patines naturelles, une série de bustes en bronze présentant des colorations nouvelles, obtenues par des moyens analogues et par l'électro-chimie.

» Ce sont des bronzes fondus en alliage de cuivre, zinc et étain, tels que les praticiens français les exécutent ordinairement, et revêtus par nous de dépôts d'or, d'argent et d'alliages galvaniques.

» Ces bronzes ont en outre reçu diverses patines dont l'effet est harmonieux, et qu'il nous semble intéressant de signaler.

» L'argent s'y présente sous trois états :

» 1° Avec sa couleur naturelle, d'un blanc éteint ou vif;

» 2° Avec une patine d'un beau noir violet, dû à la chloruration de sa superficie;

» 3° Avec une patine d'un noir brun obtenu par la sulfuration.

» L'or aussi est employé avec sa couleur naturelle ou éteinte, dans certains cas, par une légère sulfuration épidermique; enfin les patines noire, rouge, brune et verte des bronzes sont dues à des oxydations et sulfurations naturelles des superficies.

» On voit, par ces échantillons, quelles ressources nous possédons déjà et quelle brillante palette est mise à la disposition des artistes, par ces nouveaux procédés, pour décorer les surfaces métalliques employées journellement dans l'industrie européenne.

» Nul doute que, lorsque l'analyse nous aura permis de répéter toutes les belles colorations des types de bronzes japonais que nous devons à la bienveillance de M. Cernuschi, nous serons en mesure de présenter un ensemble plus complet encore que celui que nous offrent les artistes de l'extrême Orient. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la présence de la lithine dans le sol de la Limagne et dans les eaux minérales d'Auvergne. Dosage de cet alcali au moyen du spectroscope.* Note de M. P. TRUCHOT, présentée par M. Hervé Mangon.

(Commissaires : MM. Peligot, Thenard, Hervé Mangon.)

« En analysant les terres de la Limagne d'Auvergne, j'ai été fort surpris d'y rencontrer une proportion relativement considérable de lithine.

» On sait, depuis l'importante découverte de MM. Kirchhoff et Bunsen, que la lithine est une substance très-répandue dans la nature; mais les sols, les eaux minérales et les plantes n'en offrent généralement que des traces, et il a fallu l'extrême sensibilité de la méthode spectrale pour y découvrir cet alcali. Or des dosages dans les terres de la Limagne m'ont donné une quantité variant de 31 à 132 milligrammes de carbonate de lithine pour 100 grammes de terre. Une parcelle de cette terre, humectée d'acide chlorhydrique, donne très-nettement et sans autre préparation la raie rouge Li α, lorsqu'on l'introduit dans la flamme du spectroscope.

» Il est vrai que ce sol, remarquable par sa fertilité, est très-riche en alcalis, puisqu'il contient pour 100 grammes de $0^{gr},5$ à $0^{gr},6$ de potasse; toutefois, outre le fait lui-même de la présence d'une certaine quantité de lithine, il était, ce semble, intéressant de rechercher si cette lithine, en proportion plus forte que de coutume, et à cause même de cette proportion, pouvait être absorbée par certaines plantes, qui d'ordinaire n'en contiennent pas. D'autre part, il fallait s'attendre à trouver la lithine en notable quantité dans les eaux minérales d'Auvergne, et j'ai cru devoir y doser cet alcali dont les propriétés médicinales pourraient expliquer pour leur part l'action de ces eaux.

» Le dosage de la lithine par les procédés ordinaires est long et pénible, et j'ai cherché s'il ne serait pas possible de déterminer quantitativement cette substance au moyen du spectroscope. Je crois y avoir réussi de la manière suivante et sans employer d'appareil spécial, comme l'ont fait, pour

le dosage de la soude, MM. Champion, Pellet et Grenier (1), grâce à la netteté et à l'intensité de la raie rouge que donne le lithium au spectroscope.

» On commence par préparer des solutions types de chlorure de lithium contenant, par exemple, 5, 10, 15 milligrammes, jusqu'à 40 milligrammes de ce sel par litre d'eau. Le fil de platine qui sert à introduire une goutte de liqueur dans la flamme du brûleur de Bunsen, devant la fente du spectroscope, est fin et contourné en hélice, de manière à former à son extrémité un petit cylindre creux, qui retient toujours une goutte de même volume. On le trempe dans l'eau minérale, et un aide l'introduit dans la flamme, pendant qu'on observe l'intensité et la durée de la raie Li α ; puis, cette raie ayant disparu, on répète l'expérience après avoir plongé le fil de platine dans une des solutions types. En ayant la précaution de placer ce même fil, dans la même partie de la flamme, la durée du phénomène ne change pas et l'intensité de la raie montre facilement si l'on a choisi le type correspondant à la richesse réelle de l'eau essayée. On y arrive au bout de quelques tâtonnements et en croisant les observations.

» Des différences de 3 ou 4 milligrammes de chlorure de lithium sont sensibles, et la présence de sels de chaux, de soude et de potasse ne nuit pas.

» Lorsqu'il s'agit d'une terre ou d'une cendre, on en traite un poids connu par l'acide chlorhydrique ou l'eau régale, et l'on étend de manière à avoir un volume déterminé.

» Les liquides à essayer ne doivent pas contenir plus de 40 milligrammes de chlorure de lithium par litre, car alors la raie rouge deviendrait trop intense, et l'on jugerait mal des différences.

» Des dosages directs de la lithine, dans la terre de la Limagne et dans l'eau de Royat ont concordé d'une manière très-satisfaisante avec les déterminations spectroscopiques.

» Appliquant cette méthode aux cendres des plantes venues dans le sol de la Limagne, il n'en est aucune où je n'aie rencontré la lithine. M. Grandeau (2) a constaté par des expériences faites sur les cendres de trois végétaux, croissant dans les environs de Lille « que le colza prend de la soude » et de la potasse et pas trace de *lithium* ni de rubidium ; que la betterave » s'assimile le potassium, le sodium, le rubidium et laisse le *lithium* ; enfin » que le tabac fixe du potassium, du rubidium, du *lithium* et ne prend pas

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 707.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 218.

» ou prend à peine de sodium. » Or, en Limagne, le colza et la betterave fixent, eux aussi, une petite quantité de *lithium* : 100 grammes de cendres de chacune de ces plantes renferment environ 10 milligrammes de chlorure de lithium ; 100 grammes de cendres de tabac en donnent 440 milligrammes.

» Ce fait prouve que la faculté d'absorption de certains végétaux pour les matières minérales n'est pas absolue, et qu'elle est modifiée par la nature du sol. Du reste, j'ai pu faire une observation analogue à propos des chlorures alcalins. Les betteraves, venues dans la Limagne, contiennent sept ou huit fois plus de ces chlorures que les betteraves du nord; mais aussi la terre d'Auvergne renferme 0,069 pour 100 de chlore, alors que cet élément est en proportion négligeable dans la plupart des sols.

» Il m'a été facile, au moyen du procédé décrit ci-dessus, de déterminer les proportions de lithine, évaluées en chlorure, que contiennent les nombreuses eaux minérales d'Auvergne. Voici les résultats obtenus pour les principales :

Nom des eaux.	Chlorure de lithium par litre.	Nom des eaux.	Chlorure de lithium par litre.
	mg		mg
Mont-Dore	8	Saint-Nectaire	22
Royat, source César	9	Chatel-Guyon	28
Clermont : Source des Salins	14	Saint-Alyre	31
Clermont : Source de Jaude	15	Les Roches	33
Clermont : Puits Loiselot	18	Châteauneuf	35
Clermont : Puits artésien	20	Royat, source de l'établissement	35
La Bourboule	18		

» MM. Kirchhoff et Bunsen ont reconnu que le césium et le rubidium accompagnent constamment le lithium dans les minéraux ; il est donc probable que ces eaux minérales contiennent les nouveaux métaux : c'est ce que je me propose de déterminer. Du reste, leur présence a déjà été signalée dans les eaux du Mont-Dore par M. Grandeau; l'expérience montrera si celles de Royat, qui sont beaucoup plus riches en lithine, le sont aussi plus en rubidium et en césium. »

ENTOMOLOGIE. — *Sur la première génération annuelle du Phylloxera du chêne.* Note de M. **Balbiani**, présentée par M. Milne Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Mes précédentes observations sur le Phylloxera du chêne ont établi (voir *Comptes rendus*, t. LXXVII, p, 830 et 884; 1873) que cette espèce

présente deux modes de reproduction, dont l'une, qui a lieu en été, se fait par des œufs fertiles sans le concours du mâle, tandis que l'autre, qui ne s'observe qu'en automne, s'opère par des individus sexués, mâles et femelles, qui produisent par leur accouplement un œuf destiné à passer l'hiver pour n'éclore que l'année suivante. A la date de ma dernière Communication à l'Académie (20 octobre), j'avais pu pousser assez loin mes observations pour être encore témoin du début du travail d'organisation dans l'intérieur de cet œuf, et je me flattais d'assister à l'éclosion du jeune Phylloxera qui devait en sortir au retour de la belle saison. Cet espoir a été malheureusement déçu. Ainsi qu'il arrive souvent pour les œufs d'insectes conservés dans l'appartement, à l'abri des variations thermométriques et hygrométriques du dehors (on se rappelle les mécomptes de ce genre éprouvés par Bonnet dans ses célèbres observations sur les Pucerons), les œufs pondus dans l'intérieur de mes tubes se sont bientôt arrêtés dans leur évolution et ont péri avant même de montrer un rudiment d'embryon. Cet insuccès ne fit que stimuler mes recherches pour tâcher de découvrir l'endroit où, à l'état de liberté, les femelles fécondées déposent leurs œufs. Après bien des investigations infructueuses, mes efforts furent enfin, tout dernièrement, couronnés d'un succès complet.

» Sur un jeune chêne du Jardin des Plantes de Paris, qui, l'année précédente, était couvert d'innombrables Phylloxeras, je découvris à la base de quelques jeunes bourgeons des corps allongés et brunâtres, que je reconnus aussitôt pour être les œufs du *Phylloxera quercûs;* mais c'est surtout à la face interne concave des vieilles écailles persistantes, situées à la naissance des dernières pousses, que je pus en recueillir une assez grande quantité. Je noterai en passant, mais sans vouloir attacher pour le moment à cette remarque aucune signification particulière, que ma récolte fut bien plus fructueuse sur les branches mortes que sur les rameaux frais et vivants de l'arbre.

» Ce même jour (7 avril), je coupai un certain nombre de ces rameaux, et, après les avoir placés dans un vase avec de l'eau, je les exposai à un endroit où ils recevaient, pendant une grande partie de la journée, les rayons directs du Soleil. Moins de trois jours après, j'eus le plaisir de découvrir, sur un bourgeon commençant à s'ouvrir de l'extrémité d'un des rameaux, un jeune Phylloxera qui, selon toute apparence, n'était éclos que depuis peu de temps, mais suçait déjà avec avidité la séve végétale, car il avait son rostre implanté dans une des petites feuilles extérieures du bourgeon. Il était de couleur brune, avec les antennes et les pattes noirâtres, et ne mesurait pas plus de $0^{mm},25$. Son suçoir, relativement long et robuste, s'avan-

çait par son extrémité jusqu'au milieu de l'intervalle entre les pattes de la troisième paire : par la présence de ce dernier organe, notre jeune individu différait donc considérablement des parents dont il était issu (car ceux-ci, ainsi que je l'ai signalé dans ma précédente Communication à l'Académie, sont totalement dépourvus d'organes digestifs externes et internes), mais il ressemblait sous ce rapport aux petites larves des Phylloxeras d'été, qui sont également munies d'une trompe bien développée à la période correspondante de leur existence. Par contre, notre animalcule différait de ces dernières par sa coloration plus foncée, la forme moins allongée, subarrondie, de son corps et sa tête plus large et munie d'yeux d'un brun carminé qui m'ont paru également plus volumineux que ceux des larves d'été. Cette tête présente en outre, à sa partie antérieure ou frontale, trois paires de petits appendices cylindriques, incolores, terminés par une extrémité élargie en forme de tête de clou, tandis que chez les larves précédentes ces appendices sont remplacés par des lamelles triangulaires plus ou moins longues et semblables à celles qui garnissent le dessus du thorax et de l'abdomen, où elles forment des rangées régulières et parallèles. Quant à la taille, elle m'a paru la même chez les deux sortes de larves au moment de l'éclosion, c'est-à-dire de $0^{mm},25$, ainsi que je l'ai déjà indiqué plus haut pour notre animalcule. Je n'ai pas constaté non plus entre elles de différence appréciable dans la conformation des antennes, des pattes et du suçoir.

» Mon attention étant ainsi éveillée par la découverte de ce premier individu, j'inspectai attentivement à la loupe toutes les parties de mes branches, et je ne tardai pas à remarquer à la base de plusieurs des bourgeons qu'elles portaient, principalement dans l'angle rentrant formé par ceux-ci et la partie adjacente de la tige, quelques amas de jeunes Phylloxeras, dont les uns présentaient tous les caractères de l'individu précédemment décrit, et se trouvaient être, par conséquent, des jeunes récemment éclos, tandis que les autres, par leur taille d'un tiers environ plus grande ($0^{mm},35$), leur forme plus ovale et leur coloration jaune clair, indiquaient manifestement des individus plus âgés et ayant probablement déjà subi une mue au moins. Ces derniers caractères leur donnaient déjà une grande ressemblance avec les Phylloxeras d'été, leurs descendants directs, tandis que les appendices claviformes de la tête les faisaient ressembler encore à leurs congénères du premier âge.

» Telles sont brièvement les remarques que je désirais présenter au sujet des individus composant la première génération annuelle du *Phylloxera quercûs*, mère et source de toutes les générations qui s'engendrent

ensuite mutuellement et sans interruption pendant l'été jusqu'à la réapparition de la forme sexuée qui clôt l'ancien cycle et ouvre un cycle nouveau. Mes observations, remontant à quelques jours à peine, sont nécessairement bien incomplètes; ainsi je ne puis rien dire encore du nombre et des époques des mues, du temps nécessaire pour que ces premiers individus acquièrent l'aptitude à la reproduction, etc.; mais le fait qui ressort dès à présent de ces observations, c'est que l'apparition des premiers individus du Phylloxera du chêne a lieu à une époque beaucoup plus précoce de l'année que ne le supposent les observateurs qui se sont occupés jusqu'ici de ces insectes, tels que Boyer de Fonscolombe, Kaltenbach et autres, et que je ne l'avais cru pouvoir admettre moi-même, sur la foi de ces auteurs, dans mon premier travail présenté à l'Académie. Il est évident que si leur présence sur l'arbre, dès les premiers mois du printemps et avant même l'éclosion des bourgeons, a passé complétement inaperçue jusqu'ici, la cause en est surtout à leur extrême petitesse et à l'existence cachée qu'ils mènent au premier âge de leur vie.

» La découverte du jeune Phylloxera, sorti de l'œuf fécondé pondu en automne, en ajoutant un nouveau et dernier chapitre à l'histoire génésique du *Phylloxera quercûs*, met sous nos yeux le cycle tout entier de l'évolution de cet insecte. A ce point de vue, elle complète donc mes observations commencées l'année dernière et communiquées à l'Académie. En entreprenant ces études, je m'étais principalement proposé d'y trouver des données applicables au *Phylloxera vastatrix,* et qui pussent guider les observateurs dans leurs recherches sur le mode de propagation de ce redoutable parasite. Je m'estimerais heureux s'il pouvait en être ainsi, car j'aurais pleinement atteint mon but. »

CHIRURGIE. — *Observations relatives à une Communication récente de M.* Bouley *sur l'appareil de M.* Moncoq, *pour la transfusion du sang.* Note de M. **L. Mathieu.**

« L'appareil présenté dans la dernière séance de l'Académie, et attribué à M. Moncoq, n'est autre qu'une reproduction de celui que j'ai eu l'honneur de présenter à la séance du 10 octobre 1853, et dont le Mémoire et le dessin sont encore dans les Archives de l'Institut.

» M. Moncoq n'a fait à mon premier instrument qu'une modification, qui n'a pas été acceptée dans la pratique. Il a substitué une aiguille creuse à la petite canule destinée à être placée dans la veine; quant à l'entonnoir

en forme de ventouse, il est indiqué et dessiné dans mon Mémoire, ainsi que la pompe, munie de deux soupapes. J'ai donné également le moyen de compter la quantité de sang injecté par le piston.

» Mon dernier modèle a servi dans l'opération pratiquée avec un succès complet par M. Béhier, dans son service à l'Hôtel-Dieu, il y a quelques jours; c'est une modification de mon premier instrument. A la demande de M. Béhier, j'ai agrandi l'entonnoir de mon appareil, afin de rendre plus facile l'opération si délicate de la transfusion.

» Mon Mémoire, ainsi que le dessin sous pli cacheté, a été déposé à l'Académie des Sciences, le 4 avril 1853; l'ouverture en a eu lieu le 10 octobre de la même année. »

Les pièces que cette Note mentionne sont mises sous les yeux de l'Académie et renvoyées avec la Note à une Commission composée de MM. Bouley, Bouillaud et Gosselin.

BOTANIQUE. — *De quelques faits généraux qui se dégagent de l'androgénie comparée;* par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les points que je me propose d'apprécier sommairement au point de vue de la morphologie philosophique sont les suivants :

» *a.* Existe-t-il des étamines composées?

» *b.* Généralités de l'existence de représentants isostémones dans les familles à types diplostémones.

» *c.* Les petites étamines de l'androcée didyname et, plus généralement, d'un androcée donné, ne sont-elles les plus courtes que parce qu'elles sont les plus jeunes?

» I. Existe-t-il des étamines composées? Payer n'hésite pas à l'admettre :

« Il y a, dit-il, des étamines *composées*, comme il y a des feuilles composées, et dans ces étamines composées chaque étamine doit être considérée comme l'est chaque foliole dans les feuilles composées... L'analogie peut se poursuivre encore plus loin : ainsi, dans un grand nombre de feuilles composées, chaque foliole est à son tour composée elle-même. Dans les Ricins, on trouve pour l'androcée quelque chose de semblable, les *Candollea*, *Hibbertia*, *Sparmannia*, représentant des étamines simplement composées, qui naissent sur des mamelons de l'axe, sorte de rachis... »

» Bien que cette vue sur l'existence d'étamines composées n'ait pas, que je sache, été adoptée par aucun botaniste, il est bon de montrer combien peu elle est fondée.

» Il suffit d'avoir assisté à la production de ces étamines par groupes

pour reconnaître qu'elle ne ressemble en rien à celle des folioles d'une feuille composée : ici les folioles naissent sur un rachis de première formation, si la feuille est simplement composée; sur des rachis de deuxième ou troisième formation, si la feuille est deux ou trois fois composée : en tout cas, sur des rachis préexistants. Au contraire, dans la formation des androcées, dits *composés*, chacune des étamines du groupe comparé à une feuille composée *naît directement du réceptacle*, absolument comme les étamines disposées par verticilles ou par spirales : dans le premier cas, il y a division d'un organe unique; dans le second, association simplement possible (car elle n'est rien moins que constante) par soudure d'organes d'abord distincts et pouvant se réunir, soit en adelphies, dont le nombre rappelle les centres d'origine (Hypéricinées, Ternstrœmiées, *Citrus*), soit en adelphies rameuses (*Ricinus*).

» Parce que les étamines, au lieu de naître par verticilles ou en spirales, se grouperont sur 3-4-5 points de l'axe-réceptacle, et que les compartiments correspondants de celui-ci se relèveront un peu, ce qui n'est même pas constant, voir dans les étamines ainsi groupées les analogues des feuilles composées et poursuivre la comparaison jusqu'à l'androphore rameux du *Ricinus*, c'est abuser de la méthode analogique, et se mettre en opposition absolue avec les enseignements de l'organogénie; d'où il ressort que si quelqu'un devait être contraire à cette théorie, c'est surtout l'auteur du *Traité d'Organogénie*.

» II. L'isostémonie se rattache-t-elle à la diplostémonie, ou, en d'autres termes, les fleurs isostémones sont-elles autre chose que des fleurs du type diplostémone, dans lesquelles un verticille d'étamines a avorté?

» A cette question, qui peut sembler hardie, l'organogénie répond par l'affirmative pour un grand nombre de cas. Il importe d'ailleurs de distinguer, dans le présent aperçu, les plantes gamopétales des dialypétales.

» Pour les gamopétales (Convolvulacées, Borraginées, Solanées, Labiées, etc.), en général, l'observation ne s'oppose pas à ce qu'il y soit admis un type premier isostémone, bien que pour quelques-unes on passe évidemment du type diplostémone (*Rhododendrum*) à la fleur isostémone (*Azalea*).

» Quant aux plantes dialypétales, les indications de l'organogénie, cela est digne de remarque, conduisent, en ce qui concerne l'androcée, à une proposition parallèle à celle formulée par un éminent botaniste, au sujet de la corolle. De même, en effet, que M. A. Brongniart a pu dire :

« Les apétales ne paraissent en général qu'un état imparfait des dialypétales; aussi se représentent-elles en nombre plus ou moins considérable dans la plupart des familles de

cette série, et beaucoup des familles qu'on considère comme essentiellement apétales offrent-elles, dans quelques-uns de leurs genres, des organes qu'on doit considérer comme des pétales imparfaits et rudimentaires. On peut prévoir que plus nos connaissances s'étendront, et plus les rapports des apétales et des dialypétales s'étendront (*Enumération des genres de plantes*, etc., p. 6). »

» De même, paraphrasant ce langage, dont la justesse se vérifie chaque jour, on est fondé à dire, et je le prouverai tout à l'heure :

» Les isostémones ne paraissent, en général, qu'un état imparfait des diplostémones; aussi se représentent-elles en nombre plus ou moins considérable dans la plupart des familles de cette série, et beaucoup de familles qu'on considère comme essentiellement diplostémones ont-elles quelques genres isostémones. On peut prévoir que plus nos connaissances s'étendront, et plus les rapports des isostémones et des diplostémones s'étendront.

» Pour démontrer cette proposition, on n'a que le choix des exemples dans les familles de quelque étendue. Les Caryophyllées, les Crassulacées, les Saxifragées parmi les Dicotylédones présentent le type diplostémone, avec verticille staminal interne et premier-né, dans toute sa pureté au centre de chacun de ces groupes; mais, par le simple avortement du verticille dernier-né, on passe du *Silene* ou du *Malachium*, par les Paronychiées, aux Amarantacées et Chénopodées qu'on eût pu croire typiquement isostémones; du *Sedum* ou du *Bryophyllum* aux *Crassula*, *Tillæa* et *Rochea*; des *Saxifraga* et *Cunona* à l'*Heuchera* et au *Mitellopsis*; du *Dictamnus* ou du *Choisya* au *Diosma* et à l'*Evodia*. Il n'est pas jusqu'aux vraies Rutacées qui ne présentent le *Tetradiclis* isostémone à la suite du *Ruta* diplostémone; ainsi encore les Zygophyllées comptent entre le *Zygophyllum* et le *Larrea* à dix étamines, le *Trichantera* où celles-ci sont réduites à cinq.

» Les Monocotylédones offrent plus de fixité; cependant les Iridées à trois étamines sont rangées dans la classe des Lirioïdées, à côté des Hypoxidées et Amaryllidées à deux verticilles d'étamines, les Hæmodoracées se partagent en diplostémones et isostémones, l'androcée de nos *Alisma* est celui du *Butomus*, moins le verticille oppositipétale, les Commélynées ont le *Callisia* réduit à l'un des deux verticilles du *Tradescantia*, les Hydrocharidées n'ont que trois étamines oppositipétales dans l'*Udora* et l'*Hydrilla*; enfin un même genre, le *Juncus*, compte à côté du type diplostémone des espèces isostémones (*Juncus pygmæus* et *J. capitatus*).

» Ces citations, auxquelles chacun pourra ajouter, suffisent à établir cette proposition générale, savoir que : de même que les familles dialy-

pétales comptent des espèces apétales, de même les familles à type diplostémone ont ordinairement des représentants isostémones.

» C'est par des avortements qu'on descend des plantes polypétales aux apétales; c'est aussi par des avortements, et j'ajoute, ordinairement par l'avortement du verticille staminal, dernier-né dans le type, que l'on passe des espèces diplostémones à celles isostémones.

» III. Les étamines les plus petites d'un androcée didyname ou, plus généralement, d'un système staminal donné ne sont-elles les plus courtes que parce qu'elles sont les dernières-nées ou les plus jeunes ?

» L'organogénie des plantes à étamines didynames a soulevé cette question qui se posait d'ailleurs par celle des espèces à verticilles staminaux distincts dans lesquelles, comme les Caryophyllées, Saxifragées, l'un de ces verticilles prend un développement moindre que l'autre.

» Le développement relatif des étamines est lié souvent, je l'ai montré, à l'ordre de leur naissance; mais, dans des cas encore nombreux, il en est indépendant ou même inverse. Payer, qui ne vit la question que par un de ses côtés, n'a pas hésité à dire que les petites étamines des androcées didynames ne sont les plus courtes que parce qu'elles sont nées les dernières. Or, même en circonscrivant la question aux étamines didynames, les seules qu'ait visées l'auteur de la proposition, il est manifeste que la solution donnée est contredite par des faits nombreux. Vraie, en effet, pour les Labiées, elle est fausse pour les Bignoniacées, les Gesnériacées, la plupart des Scrofulariacées, etc.; cette proposition est même contraire aux propres observations de son auteur sur le *Bignonia*, où il a reconnu la naissance simultanée des étamines, sur le *Lophospermum*, chez qui il assure avoir vu les étamines latérales se produire avant les étamines antérieures.

» Mais la proposition rappelée ici n'est pas seulement inexacte en fait, elle l'est encore quand on recherche les conséquences de la cause attribuée au moindre développement de certaines étamines. Celles-ci, dit-on, sont les plus courtes, parce qu'elles sont les plus jeunes : donc elles devront arriver à être aussi grandes que leurs aînées si jamais elles atteignent à l'âge de celles-ci. Or il n'en est rien; les courtes étamines des Labiées, par exemple, réellement nées après les plus longues, ne mûrissent aussi qu'après celles-ci, ce qui revient à dire qu'elles prolongent assez leur vie pour ne mûrir et disparaître que lorsqu'elles ont atteint un âge à peu près égal à celui de leurs aînées, parfois même à un âge certainement plus avancé, si l'on compare le temps qui sépare la naissance des étamines de certains groupes à celui qui se place entre la maturation successive de celles-ci.

» Ce n'est donc pas la différence d'âge qui fait les étamines inégales. La cause vraie du moindre développement des courtes étamines tient à un arrêt relatif de développement, arrêt qui ne se manifeste dans certaines plantes (Gesnériacées, beaucoup de Scrofulariées, etc.) que consécutivement à la naissance, mais qui, chez d'autres (*Acanthus*, *Digitalis*, Globulariées), agissant congénitalement, retarde déjà cette naissance. Or, ce qui est vrai des androcées didynames ne l'est pas moins des androcées par verticilles (Caryophyllées, Limnanthacées, Liliacées), en spirales (Magnoliacées, Renonculacées) ou composés de groupes (Liliacées, Dilléniacées). Il peut même arriver, et c'est le cas ordinaire des plantes dans lesquelles l'ordre de maturation des étamines est inverse de l'ordre de naissance, que les étamines les plus courtes soient très-notablement les plus âgées (Ficoïdes, *Hepatica*, *Aquilegia*).

» Concluons donc en disant que ce n'est pas parce qu'elles sont les plus jeunes, mais parce qu'elles sont arrêtées dans leur développement, soit congénitalement (Labiées), soit consécutivement à leur naissance (Bignoniacées), que certaines étamines d'un androcée sont les plus courtes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la dissémination de l'étain et sur la présence du cobalt et de diverses autres substances dans les kaolins des Colettes et d'Échassières situés dans le département de l'Allier.* Note de M. DE GOUVENAIN.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Daubrée.)

« M. Daubrée a signalé, il y a un certain nombre d'années déjà, dans une Communication du plus haut intérêt, la présence de l'étain oxydé dans les kaolins du département de l'Allier; l'existence de nombreuses fouilles dans le dépôt de transport qui recouvre la masse kaolinique, et où il a pu reconnaître des débris stannifères, l'a porté en outre à conclure qu'il avait existé sur ces points, comme à Montebras dans la Creuse, des exploitations d'étain remontant à une époque très-reculée.

» Ayant eu l'occasion de soumettre à l'analyse chimique un certain nombre d'échantillons provenant de ces gisements, il me semble utile d'en publier les résultats, comme complément de ces premières recherches.

» *Minerai d'étain lavé.* — La présence de l'étain a été signalée pour la première fois aux Colettes, chez M. le baron de Veauce, par un ouvrier anglais, qui eut l'idée de le rechercher par un lavage très-concentré des sables provenant de la préparation du kaolin.

» Dans ces essais, 30 mètres cubes de kaolin brut ont produit 18 mètres

cubes de sables quartzeux, d'où l'on a extrait 12 kilogrammes de minerai d'étain, en petits grains de couleur brune où l'on discerne à la loupe de nombreux débris de cristaux de cassitésite.

» Ce minerai ne renferme aucune trace de wolfram, il ne contient ni arsenic, ni antimoine; si on le soumet à l'action de l'hydrogène au rouge et que l'on reprenne par l'acide chlorhydrique étendu pour dissoudre l'étain réduit, la liqueur prend une teinte violacée, caractéristique de la présence de l'acide titanique et de sa réduction à un degré d'oxydation inférieur. En examinant le résidu quartzeux laissé par l'acide chlorhydrique, on reconnaît d'ailleurs qu'il contient des grains noirs, attirables au barreau aimanté, donnant au chalumeau, avec le sel de phosphore, un verre bleu violacé, qui passe au rouge par addition de fer métallique, réaction caractéristique du fer titané.

» La quantité de minerai réduit étant de 3 grammes, la perte dans l'hydrogène a été de $0^{gr},550$, et le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique de $0^{gr},405$.

» En traitant ensuite la liqueur chlorhydrique par l'hydrogène sulfuré, on a obtenu un poids de $2^{gr},605$ de protosulfure d'étain qui représente aussi, en raison de l'identité des équivalents, la quantité d'acide stannique correspondante.

» La composition du minerai se résume, d'après cela, comme il suit, pour 100 parties :

Oxyde d'étain	87	Étain correspondant	68,4
		Oxygène calculé	18,6
		Total	87,0
Gangue siliceuse, un peu micacée, contenant un peu de fer titané	13		
Total	100		

» D'après la perte ci-dessus de 3 grammes de minerai dans l'hydrogène, soit $0^{gr},550$, la quantité d'oxygène enlevée est pour 100 de $18^{gr},3$, et elle s'accorde bien, comme on le voit, avec le poids de l'oxyde d'étain trouvé.

» *Sable brut non lavé des Colettes.* — En traitant par le même procédé un poids de $7^{gr},155$ de sable brut non lavé, on a trouvé $0^{gr},0033$ d'oxyde d'étain, soit $0^{gr},05$ pour 100 de sable.

» *Roche quartzeuse micacée provenant de l'exploitation d'Échassières et traversant la masse kaolinique sous forme de filon.* — On a trouvé que cette roche contient pour 100 $0^{gr},02$ d'oxyde d'étain.

» *Amphibole trémolite.* — Dans ce minerai existant à l'état de petits nids

disséminés ou de filons dans le gisement des Colettes, on a constaté $0^{gr},04$ pour 100 d'oxyde d'étain.

» Enfin, fait assurément très-remarquable, non-seulement le kaolin, mais toutes les matières minérales en relation avec lui, sont stannifères, comme si les vapeurs corrosives, auxquelles est probablement due la décomposition sur place des roches feldspathiques, avaient été chargées d'étain, qui a pu ainsi se répandre partout et laisser sur tous les points des traces de son passage.

» M. Daubrée a signalé dans le kaolin des Colettes la présence de grains noirs d'oxyde de manganèse; indépendamment de ces grains noirs, on trouve aussi assez abondamment dans les résidus de l'exploitation d'Échassières des nodules manganésifères ayant l'apparence de truffes, et de composition remarquable.

» Traités par l'acide chlorhydrique étendu, ils s'attaquent avec facilité, même à froid, en donnant un liquide couleur vert-pré, en raison de la présence du cuivre, et un résidu blanc.

» La liqueur contient de l'alumine, du fer, du manganèse principalement, mais aussi du cuivre, du cobalt en quantité notable, des traces de nickel, de la baryte, de l'acide phosphorique, point de chaux ni de magnésie, aucunes traces de soufre, d'antimoine, ni d'arsenic.

» La perte au feu de cette matière en eau et en oxygène est, pour 100, de 12,5.

» 5 grammes traités à part pour le dosage de la baryte ont donné, pour 100, $0^{gr},5$ de cette base.

» On ne s'est point arrêté au dosage du manganèse, du fer et de l'alumine; mais, en opérant sur 10 grammes, on a trouvé pour 100 :

Cuivre.................	1,4		
Cobalt.................	0,94	Sesquioxyde correspondant...	1,32
Acide phosphorique......	0,8		
Nickel.................	traces		

» Ces nodules renferment donc, comme on voit, de 1 à 2 pour 100 d'oxyde de cobalt, ce que nous tenions surtout à signaler au point de vue minéralogique, et en raison de l'utilité industrielle qu'ils pourraient peut-être offrir comme minerai de cobalt. »

M. Petit adresse à l'Académie une Note relative à l'emploi du coaltar pour combattre le Phylloxera. Il cite à ce sujet plusieurs expériences exécutées en grand et couronnées de succès. Un grand nombre de vignes,

sur le point d'être arrachées, ont pu de cette façon être sauvées. La Note est accompagnée d'un envoi d'échantillons de la houille qui produit ce coaltar.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Normand** adresse une Note sur l'emploi des occultations d'étoiles pour la détermination de la parallaxe solaire. Cette Note est accompagnée d'une brochure imprimée sur le même sujet.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. **Martinet** adresse une Note relative à l'influence possible des soulèvements montagneux sur la position de l'axe de rotation du globe.

(Commissaires : MM. Serret, Daubrée.)

MM. **Peaucellier** et **Wagner** adressent un Mémoire contenant un appareil destiné à substituer aux opérations habituelles de la topographie des procédés mécaniques.

Ce Mémoire est renvoyé à une Commission composée de MM. Morin, Fizeau et de la Gournerie.

M. **Neyreneuf** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux Mémoires relatifs à la condensation électrique, sur lesquels il n'a point été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le Xe volume de la Revue de Géologie, publiée par MM. *Delesse* et *de Lapparent*.

M. le **Ministre de la Guerre**, en remerciant l'Académie de l'envoi du Rapport sur les travaux géodésiques relatifs à la nouvelle détermination de la méridienne de France, prie l'Académie de lui en adresser un nouvel envoi.

M. **N. Joly** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant pour la Section de Zoologie, devenue vacante par l'élection de M. *Gervais*, comme Membre de l'Académie.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie d'un article du testament par lequel M. *Dusgate* lègue à l'Institut de France une rente annuelle de cinq cents francs, « pour fonder un prix quinquennal de deux mille cinq cents francs à délivrer tous les cinq ans à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées ».

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport des opérations faites en 1870-1871 pour l'exploration géologique du Canada;

2° Une brochure de M. *Montigny*, intitulée : « La fréquence des variations de couleur des étoiles dans la scintillation est généralement en rapport avec la constitution de leur lumière d'après l'analyse spectrale »;

3° Une Notice de M. *Harting*, sur un cas de formation de fulgurites et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande;

4° Une brochure de M. *Weilenmann*, imprimée en allemand, sur la variation diurne de la température à Berne.

GÉOMÉTRIE. — *Déplacement d'un système de points. Propriétés géométriques dépendant des paramètres différentiels du second ordre;* par M. **H. Durrande.**

« 1. Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 6 mai 1872, et reproduite dans un Mémoire publié dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (2e série, t. II, p. 81), j'ai montré comment, dans l'hypothèse où les composantes X, Y, Z de la vitesse de l'un des points d'un système en mouvement sont des fonctions linéaires des coordonnées de ce point, on peut se faire une idée très-simple de la distribution des vitesses entre les divers points du système.

» Partant des relations

$$\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{aligned} v\cos\varphi &= \lambda X + \mu Y + \nu Z, \\ v\sin\varphi &= \sqrt{\Sigma(\mu Z - \nu Y)^2}, \end{aligned} \right.$$

qui donnent les expressions de la vitesse estimée dans une direction (λ, μ, ν) et dans une direction perpendiculaire, j'en ai conclu l'existence d'un *plan conjugué* de la direction (λ, μ, ν) qui coupe tous les plans perpendiculaires

à cette direction suivant leurs *caractéristiques*, et d'une *droite adjointe* à cette même direction, qui est le lieu des *foyers* (cinématiques) de ces plans.

» J'ai fait voir que les points d'un plan, dont les trajectoires sont également inclinées sur le plan, sont sur une conique; et dans le cas d'un système invariable de forme, le foyer cinématique (point dont l'élément de trajectoire est normal au plan) est le foyer géométrique commun à toutes les coniques correspondant aux diverses inclinaisons des trajectoires, et la caractéristique est la directrice commune de ces mêmes coniques. Les relations (I) m'ont encore servi à déterminer les paramètres du déplacement d'après la connaissance des conditions nécessaires.

» 2. Je me propose d'indiquer ici quelques propriétés géométriques du déplacement d'un système de points, en faisant la même hypothèse sur les vitesses, propriétés dépendant des paramètres différentiels du second ordre. Je désignerai par $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ les composantes de l'accélération totale J d'un point (x, y, z) du système.

» Ces composantes sont aussi des fonctions linéaires des coordonnées du point correspondant, et par suite tous les théorèmes relatifs uniquement à la distribution des vitesses et aux éléments géométriques qui en dépendent s'appliquent aux accélérations.

» Ainsi nous aurons d'abord, en désignant par φ l'angle de l'accélération totale du point (x, y, z) avec une direction (λ, μ, ν),

$$\text{(II)} \qquad \left\{ \begin{aligned} J\cos\varphi &= \lambda\mathfrak{X} + \mu\mathfrak{Y} + \nu\mathfrak{Z}, \\ J\sin\varphi &= \sqrt{\Sigma(\mu\mathfrak{Z} - \nu\mathfrak{Y})^2}. \end{aligned} \right.$$

» La première équation montre que *l'accélération en un point, estimée dans une direction, est proportionnelle à la distance du point à un plan fixe*

$$(1) \qquad \lambda\mathfrak{X} + \mu\mathfrak{Y} + \nu\mathfrak{Z} = 0,$$

que j'appellerai le *plan conjugué* du second ordre de la direction (λ, μ, ν); ce plan est *le lieu des points du système dont l'accélération est normale à la direction* (λ, μ, ν), *et il coupe tout plan normal à cette direction suivant une droite, en tous les points de laquelle l'accélération est dirigée dans ce plan.*

» Cette droite sera dite la *caractéristique du second ordre* du plan.

» 3. De la seconde des équations du groupe (II) on déduit l'existence de la droite

$$(2) \qquad \frac{\mathfrak{X}}{\lambda} = \frac{\mathfrak{Y}}{\mu} = \frac{\mathfrak{Z}}{\nu},$$

lieu des points de la figure dont l'accélération est parallèle à la direction (λ, μ, ν); elle rencontre tout plan normal à cette direction en un point dont l'accélération est normale à ce plan, et que l'on peut appeler *foyer* (*cinématique*) *du second ordre;* la droite représentée par les équations (2) sera donc aussi une *droite adjointe* du second ordre, relativement à la direction (λ, μ, ν).

» 4. Si, comme je l'ai dit plus haut, on n'avait en vue que l'étude de la distribution des accélérations, il suffirait de reprendre tous les théorèmes indiqués dans ma Note du 6 mai 1872, en y remplaçant tous les éléments géométriques qu'ils concernent par les éléments correspondants du second ordre. Mais si l'on observe que la forme des trajectoires, la position de leurs plans osculateurs, de leurs normales principales, dépendent à la fois des éléments des deux ordres, ou au point de vue cinématique des vitesses et des accélérations, il n'est pas difficile de prévoir que le rapprochement des relations déduites des groupes (1) et (2) doit fournir des conséquences intéressantes. En voici quelques-unes :

» 5. Considérons, par exemple, la droite, intersection des plans conjugués du premier et du second ordre, et représentée par les équations

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} \lambda X + \mu Y + \nu Z = 0, \\ \lambda \mathfrak{X} + \mu \mathfrak{Y} + \nu \mathfrak{Z} = 0. \end{array}\right.$$

Comme ces équations expriment respectivement que les vitesses et les accélérations en chacun des points de la droite qu'elles représentent sont perpendiculaires à la direction (λ, μ, ν), cette droite est donc *le lieu des points en chacun desquels les plans osculateurs des trajectoires sont perpendiculaires à la direction* (λ, μ, ν).

» On sait en effet que le plan osculateur de la trajectoire d'un mobile contient la vitesse et l'accélération de ce mobile.

» La normale principale à la trajectoire de chacun des points de cette droite est contenue dans le plan osculateur correspondant : elle est donc constamment parallèle à un même plan, et engendre par conséquent une surface conoïde dont on peut se proposer de rechercher la nature.

» Les équations de la normale principale en un point (x, y, z) sont, en représentant par (ξ, η, ζ) les coordonnées courantes,

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} (\xi - x)X + (\eta - y)Y + (\zeta - z)Z = 0, \\ (\xi - x)(Y\mathfrak{Z} - Z\mathfrak{Y}) + (\eta - y)(Z\mathfrak{X} - X\mathfrak{Z}) + (\zeta - z)(X\mathfrak{Y} - Y\mathfrak{X}) = 0; \end{array}\right.$$

la première est l'équation du plan normal et la seconde celle du plan osculateur. Dans le cas qui nous occupe, le point (x, y, z) appartenant à

la droite représentée par les équations (3), et que je désignerai par le nom de *caractéristique mixte*, l'équation du plan osculateur devient simplement

$$(5) \qquad \lambda(\xi - x) + \mu(\eta - y) + (\zeta - z) = 0.$$

Pour avoir l'équation du lieu des normales principales, il suffit d'éliminer x, y, z entre les équations (3), (5) et la première du groupe (4). Or X, Y, Z, $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ sont des fonctions linéaires des coordonnées x, y, z; les équations (3) et (5) fourniront pour ces coordonnées des valeurs fonctions linéaires de ξ, η, ζ et même de la fonction $\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta$; en substituant ces valeurs dans l'équation du plan normal qui est du second degré par rapport aux coordonnées, on aura donc une équation du second degré de la forme

$$(\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta)(A\xi + B\eta + C\zeta) + A'\xi + B'\eta + C'\zeta + D' = 0,$$

c'est-à-dire *l'équation d'un paraboloïde hyperbolique dont l'un des plans directeurs est perpendiculaire à la direction* (λ, μ, ν).

» Si l'on suppose qu'il s'agisse d'un système de forme invariable, le paraboloïde a pour plans directeurs *le plan perpendiculaire à la direction* (λ, μ, ν), *et un plan parallèle à cette direction et à l'axe instantané glissant.*

» 6. Si l'on considère toutes les directions (λ, μ, ν) perpendiculaires à une direction fixe (a, b, c), et données par la relation

$$a\lambda + b\mu + c\nu = 0,$$

on reconnaît que *le lieu des caractéristiques mixtes correspondant à ces diverses directions est la surface du second degré représentée par l'équation*

$$(6) \qquad \begin{vmatrix} a & b & c \\ X & Y & Z \\ \mathfrak{X} & \mathfrak{Y} & \mathfrak{Z} \end{vmatrix} = 0,$$

obtenue par l'élimination de (λ, μ, ν) entre les équations indiquées.

» 7. *La surface représentée par l'équation* (6) *peut être considérée comme le lieu des points du système en chacun desquels le plan osculateur de la trajectoire est parallèle à la direction* (a, b, c).

» Car l'équation (6) exprime précisément la condition de ce parallélisme.

» 8. En outre, l'équation (6) est identiquement vérifiée par les coordonnées de tous les points des droites

$$\frac{X}{a} = \frac{Y}{b} = \frac{Z}{c}, \quad \frac{\mathfrak{X}}{a} = \frac{\mathfrak{Y}}{b} = \frac{\mathfrak{Z}}{c},$$

qui sont les *droites adjointes* du premier et du second ordre de la direction (a, b, c); ces droites sont donc des génératrices de la surface, et il est assez naturel de nommer *quadrique adjointe de la direction* (a, b, c) la surface représentée par l'équation (6).

» 9. Désignant par S_x, S_y, S_z les déterminants mineurs qui, dans l'équation (6), multiplient les paramètres a, b, c, et qui sont proportionnels aux cosinus des angles que la normale au plan osculateur fait avec les axes coordonnés, on voit que les trois quadriques, représentées par les équations

$$S_x = 0, \quad S_y = 0, \quad S_z = 0,$$

et *adjointes aux directions des axes coordonnés*, ont une courbe commune ayant pour équations

$$\frac{X}{\mathfrak{x}} = \frac{Y}{\mathfrak{y}} = \frac{Z}{\mathfrak{z}},$$

et qui est *le lieu des points du système en chacun desquels la vitesse et l'accélération ont une même direction.*

» Cette courbe appartient aussi à toutes les surfaces représentées par l'équation (6), en y supposant les paramètres a, b, c variables.

» Enfin elle est encore le lieu des points de rencontre des *droites adjointes* du premier et du second ordre; car ses équations expriment précisément la condition pour que les coordonnées d'un même point vérifient en même temps les équations de deux *droites adjointes* correspondantes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la projection stéréographique.* Note de M. E. CATALAN.

« Dans mes Notes de 1833-1834, je trouve la démonstration d'un petit théorème ainsi énoncé :

« Si l'on fait une section quelconque dans un ellipsoïde de révolution, et qu'on prenne cette section pour base d'une surface conique dont le sommet serait une des extrémités du grand axe de l'ellipsoïde, cette surface sera coupée suivant un cercle par tout plan mené perpendiculairement au grand axe (1). »

» On peut, comme il suit, généraliser et simplifier cette proposition :

» THÉORÈME I. — *Un ellipsoïde étant donné, on prend pour tableau un plan diamétral* AOB, *et pour point de vue* V, *l'une des extrémités du diamètre conjugué de* AOB. *Cela posé, les perspectives de toutes les coniques* C, *tracées sur l'ellipsoïde, sont semblables à la section diamétrale* AOB.

(1) Copie textuelle, avec les fautes de rédaction.

» *Corollaire.* — Si AOB est une section circulaire, auquel cas V est un ombilic, les perspectives de toutes les coniques C sont des cercles *c*.

» Théorème II (mêmes hypothèses que dans le corollaire.) — *Considérons, dans le plan du tableau, un système orthogonal formé d'une infinité de cercles c et d'une infinité de cercles c'* (1) : 1° *les plans* P *des coniques* C, *dont les perspectives sont les cercles c, passent tous par une même droite* D; 2° *les plans* P' *des coniques* C', *dont les perspectives sont les cercles c', passent tous par une même droite* D'; 3° *les droites* D, D' *sont conjuguées, c'est-à-dire que le pôle de chaque plan* P *est situé sur* D' *et* vice versâ.

» Théorème III (réciproque du précédent). — *Soient* C *les coniques dont les plans passent par une droite* D, *et* C' *les coniques dont les plans passent par la droite* D', *conjuguée de* D : *les cercles c, perspectives des coniques* C, *et les cercles c', perspectives des coniques* C', *constituent un système orthogonal.*

» *Remarques.* — I. Le système orthogonal est le plus simple possible quand, des cercles *c* ayant leurs centres sur l'axe moyen OB, les cercles *c'* ont les leurs sur le demi-diamètre OD = OB, situé dans le plan principal AOC. Alors les droites D, D', respectivement parallèles à OB, OD, rencontrent le diamètre OV en des points R, R'. De plus, $OR.OR' = \overline{OV}^2$, absolument comme dans le cas de la sphère.

» II. Puisque, à chaque point M, intersection de deux coniques *obliques*, correspond un point *m*, intersection de deux cercles *orthogonaux*, l'ensemble de tous les cercles *c*, *c'* (ensemble déterminé par deux points fixes A, B, pris arbitrairement) constitue un nouveau système de coordonnées. Ce système *orthogonal circulaire* pourra peut-être s'appliquer à certaines questions relatives à l'ellipsoïde. »

PHYSIQUE. — *De l'influence d'une membrane vibrante sur les vibrations d'une colonne d'air.* Note de M. E. Gripon, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Si l'on fait vibrer un diapason monté sur sa caisse renforçante, et si l'on place à une petite distance, 4 à 8 centimètres, de l'ouverture de la caisse une membrane en collodion ou en papier végétal qui vibre à l'unisson du diapason, le son intense que rendait l'air de la caisse se trouve presque complétement éteint. On cesse même de l'entendre, si les vibrations du diapason ont une faible amplitude. Le même effet ne se produit

(1) *Journal de Liouville*, t. XIX, p. 134.

pas si la membrane rend un son très-différent de celui de l'instrument, ou si on la remplace par un obturateur solide. On peut s'assurer, à l'aide d'un petit pendule, que la membrane cesse alors de vibrer; il en est de même de l'air de la caisse. On le reconnaît, en appliquant l'oreille contre l'extrémité d'un tube de caoutchouc, dont on place l'autre extrémité entre la caisse et la membrane; le son que l'on perçoit, par l'intermédiaire de ce tube, est considérablement affaibli, lorsque la membrane est en avant de la caisse.

» Une membrane plus grave que le diapason ne produit aucun effet. L'affaiblissement persiste si l'on se sert d'une membrane plus aiguë, mais il diminue à mesure qu'augmente l'écart qui existe entre le son du tuyau et celui de la membrane, et cesse d'être sensible si cet écart atteint un intervalle de tierce ou de quarte.

» Lorsqu'on approche une membrane d'un tuyau ouvert ordinaire, à embouchure de flûte, pris à l'unisson de la membrane, le son du tuyau s'élève graduellement et persiste, lors même que la distance de la membrane au tuyau n'est plus que de 2 à 3 millimètres; la membrane vibre fortement. En représentant par 1 le nombre des vibrations du tuyau et de la membrane vibrant isolément, le son commun rendu par les deux corps, sous leur influence réciproque, varie de 1,03 à 1,06. Si l'on accorde le tuyau sur ce nouveau son, on constate qu'il n'excite plus les vibrations de la membrane placée à quelques décimètres de son orifice, ce que faisait le son primitif représenté par 1. Si l'on a réglé la pression de la soufflerie de telle sorte que l'embouchure ne puisse exciter dans le tuyau des vibrations permanentes plus rapides que celles qui conviennent au son primitif, l'approche de la membrane éteint complétement le son du tuyau; il se rétablit spontanément lorsqu'on enlève la membrane.

» On voit dès lors pourquoi la membrane éteint le son de la caisse renforçante du diapason; elle désaccorde l'air de la caisse qui ne pourrait vibrer que si l'on substituait au diapason qui la surmonte un diapason plus aigu.

» Si l'on place devant une membrane un tuyau dont on diminue graduellement la longueur et qui rend ainsi des sons de plus en plus aigus, la membrane élève encore le son de ces tuyaux et vibre dans chaque cas à l'unisson du son altéré. Cette altération diminue à mesure que l'on s'éloigne du son de la membrane; elle cesse lorsque le tuyau est à peu près à la tierce aiguë de la membrane; pour des sons plus aigus, la membrane est inerte ou elle en abaisse le ton lorsqu'elle est très-près de l'orifice du

tuyau, mais elle agit alors comme un obturateur solide qui boucherait en partie le tuyau.

» Si l'on augmente graduellement la longueur du tuyau, il rend un son plus grave que la membrane. En approchant celle-ci, le son du tuyau s'abaisse et s'affaiblit; puis, à une distance variable avec la membrane, le son grave s'éteint ou bien il devient intermittent et fait place à un son plus aigu que le son primitif. Ce son, d'abord peu intense, se renforce et s'élève à mesure qu'on rapproche la membrane. On peut, en diminuant la pression de la soufflerie, lui substituer un son plus grave que le son primitif, mais peu intense, et dans ce cas encore la membrane, faiblement excitée par les vibrations du tuyau, semble agir comme un obturateur. La membrane vibre au contraire fortement lorsque se produit le son aigu. Si on l'éloigne, ce son s'affaiblit et fait place à un son plus grave que le ton primitif. La distance à laquelle se fait ce changement est plus grande que celle qui, lorsqu'on approchait la membrane du tuyau, convenait à la transformation du son grave en son aigu. Il semble que la lame d'air qui sort de la fente de l'embouchure, s'étant constituée de manière à rendre un certain son, persiste à vibrer de la même manière, lors même que l'on place le tuyau dans des conditions telles qu'il dût rendre un son plus grave. Cette vibration persistante est instable et cesse si l'on souffle sur l'ouverture, si l'on chante à l'unisson du son grave, si l'on diminue un peu la pression.

» Cette inertie de l'embouchure est remarquable dans l'expérience suivante. On fait produire à un tuyau un son qui cesse lorsqu'on place devant l'orifice une membrane convenable. Si l'embouchure est convenablement réglée, le son ne se rétablit pas lorsqu'on enlève la membrane; le tuyau ne résonne de nouveau que si l'on chante à l'unisson du son qu'il doit rendre. On ne produit rien de semblable en émettant un son différent de celui du tuyau. On reconnaît là l'expérience bien connue des flammes chantantes.

» Si une membrane ferme complétement un tuyau, on peut, lorsqu'elle n'est pas trop grande, obtenir du tuyau deux sons, suivant la pression : l'un plus aigu que le son primitif, l'autre beaucoup plus grave; il est audessous de l'octave grave de ce son. Le rapport du son altéré au son primitif est constant pour une même membrane, quelle que soit la hauteur du son.

» On peut annuler l'effet qu'une membrane exerce sur une colonne d'air vibrant, en en approchant, du côté opposé à la colonne, un écran solide,

une planchette de bois. Si le son était éteint, il se rétablit; s'il était surélevé, il reprend sa hauteur primitive pour une distance déterminée de l'écran à la membrane; dans ce dernier cas, la membrane cesse de vibrer et devient ainsi inerte.

» Lorsqu'une membrane éteint le son de la caisse d'un diapason et qu'un écran solide, voisin de la membrane, le rétablit, la lame d'air comprise entre l'écran et la membrane, cette membrane et l'air de la caisse forment un système de corps vibrant à l'unisson.

» Si l'on approche un diapason d'une membrane plus aiguë, le son du diapason n'est pas renforcé; mais il l'est si l'on place derrière la membrane, à une distance convenable, une planchette qui lui soit parallèle. Si l'on prend des écrans de forme semblable à celle de la membrane et de dimensions diverses, on trouve que le renforcement se produit à des distances de l'écran à la membrane proportionnelles aux dimensions homologues.

» Le voisinage d'un écran désaccorde une membrane et la fait baisser de ton. En représentant par n, n' les nombres de vibrations du son normal de la membrane et du son altéré; par e la distance de la membrane à un écran de mêmes dimensions qu'elle; par A, a des constantes, l'altération du son est, dans mes expériences, représentée par la formule empirique

$$\frac{n'}{n} - 1 = A \cot \pi \frac{e}{a}.$$

» On peut accorder facilement sur un son donné une membrane un peu plus aiguë que lui, en plaçant derrière elle un écran dont on fera varier la distance dans un sens convenable. On peut de même désaccorder une membrane et l'empêcher de vibrer sous l'influence d'un corps sonore de même hauteur qu'elle, en plaçant l'écran assez près de la membrane. »

CHIMIE. — *Sur quelques sels acides.* Note de M. H. Lescœur, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On connaît plusieurs sulfates acides de potasse et de soude. Parmi les plus importants sont le sulfate acide $KO, HO, 2SO^3$, le bisulfate anhydr $KO, 2SO^3$ et le sel ayant pour formule $4KO, 7SO^3, 3HO$, ces deux derniers récemment étudiés par M. Berthelot (1). Les recherches qui font l'ob-

(1) Berthelot, *Mémoire sur le bisulfate de potasse anhydre et la chaleur de dissolution de l'acide sulfurique anhydre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, novembre 1873).

jet de cette Note m'ont permis de constater l'existence d'un quadrisulfate de potasse et d'un sel de soude correspondant. J'ai également obtenu des triacétates de potasse et de soude bien cristallisés.

» I. *Quadrisulfate de potasse*, $KO,4SO^3,6HO$. — Quand on fait dissoudre à chaud du sulfate de potasse dans de l'acide sulfurique, on obtient par refroidissement des cristaux en grandes lames nacrées, qui ne sont point du bisulfate. Abandonnés dans un air sec sur une plaque de porcelaine dégourdie, finalement pressés entre plusieurs doubles de papier de soie, ils fournissent à l'analyse les résultats suivants, qui correspondent à la formule $KO,4SO^3,6HO$:

	Théorie.		I.	II.
$3SO^3$	120	45,97	46,56	46,29
KO,SO^3	87	33,33	33,03	33,00
$6HO$	54	20,70	20,69	18,00
	261	100,00		

» La proportion de sulfate de potasse s'obtient en calcinant un poids déterminé de la substance en présence d'un peu de carbonate d'ammoniaque. L'acide sulfurique se mesure au moyen d'une liqueur de soude titrée. L'eau se déduit de la perte de poids qu'éprouve le sel calciné avec de l'oxyde de plomb récemment desséché.

» Le quadrisulfate de potasse se présente en cristaux flexibles, déliquescents, fusibles à 61 degrés. Il perd de l'eau vers 235 degrés seulement. On ne peut le dissoudre sans le décomposer; l'humidité de l'air produit le même effet au bout de quelque temps.

» II. *Quadrisulfate de soude*, $NaO,4SO^3,6HO$. — Le sel de soude se prépare en dissolvant 1 partie de sulfate de soude sec dans 3 parties d'acide sulfurique chaud. On obtient par refroidissement de longs prismes enchevêtrés en tous sens. Ce sel est déliquescent, mais moins que le sel de potasse. Fusible à 90 degrés, il perd de l'eau vers 220 degrés. Les analyses suivantes lui assignent la formule $NaO,4SO^3,6HO$:

	Théorie.		I.	II.
$3SO^3$	120	48,98	50,05	50,72
NaO,SO^3	71	28,98	27,09	27,02
$6HO$	54	22,04	20,17	»
	245	100,00		

» III. La cristallisation des acétates de soude et de potasse dans l'acide acétique monohydraté fournit, non des biacétates, mais des sels contenant 3 équivalents d'acide.

» *Triacétate de potasse*, $KO, C^4H^3O^3, 2C^4H^4O^4$. — On l'obtient en dissolvant à chaud 5 parties d'acétate de potasse desséché dans 8 parties d'acide cristallisable. Les cristaux qui se forment par refroidissement sont de belles lames, qui se dessèchent facilement sans perdre leur transparence. Sel déliquescent, de densité 1,47, fusible à 112 degrés et se décomposant vers 170 degrés, en laissant dégager de l'acide monohydraté; son analyse n'offre aucune difficulté. On a trouvé :

	Théorie.		I.	II.
$KO, C^4H^3O^3$	98	44,95	43,45	42,29
$2C^4H^4O^4$	120	55,05	54,69	55,25
	218	100,00		

» Le poids d'acétate neutre contenu dans le sel est calculé d'après le poids de sulfate neutre de potasse qu'il laisse après calcination avec de l'acide sulfurique.

» IV. *Triacétate de soude*, $NaO, C^4H^3O^3, 2C^4H^4O^4$. — Pour obtenir le triacétate de soude, on dissoudra 1 partie d'acétate neutre fondu dans 6 parties d'acide acétique bouillant. On obtient par refroidissement une masse feutrée et délicate de longues aiguilles, flexibles comme de la soie, baignées dans un liquide sirupeux, dont on les sépare. Exposées dans l'air sec sur une plaque de biscuit, ces aiguilles se dessèchent rapidement en devenant presque cassantes. Elles se laissent alors facilement pulvériser entre plusieurs doubles de papier à filtre. Leur composition ressort des analyses suivantes :

	Théorie.		I.	II.
$NaO, C^4H^3O^3$	82	40,59	38,00	39,24
$2C^4H^4O^4$	120	59,41	58,73	59,41
	202	100,00		

Densité, 1,34. Fusibles à 127 degrés. Décomposables vers 150 degrés.

» On sait que M. Melsens a indiqué, pour la production de l'acide acétique pur, un procédé industriel fondé sur les propriétés du biacétate de potasse. L'étude des sels acides que je viens de décrire me permettra de préciser la théorie de cette préparation. »

CHIMIE. — *Dialyse du silico-aluminate de soude*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La silice et l'alumine ne peuvent généralement pas exister ensemble en dissolution dans une liqueur alcaline. Ainsi, quand on reprend par

l'eau une attaque au carbonate de soude d'un silicate alumineux naturel ou que l'on mélange des dissolutions de silicate et d'aluminate de soude, il se produit un précipité de composition définie, qui a été étudié par M. H. Sainte-Claire Deville. Il contient :

		Oxygène.
SiO^2	44,6	6
Al^2O^3	26,4	3
NaO	16,3	1
HO	12,7	3

» Celui des deux corps, silice ou alumine, qui est en excès, reste seul en dissolution dans la liqueur.

» Ce silico-aluminate se redissout néanmoins partiellement en présence d'un grand excès d'alcali. Ce fait présente une certaine analogie avec les propriétés des colloïdes, qui peuvent être redissous partiellement en présence d'un grand excès d'un autre corps avec lequel ils ne contractent cependant aucune combinaison définie.

Pour m'assurer si c'était bien là une dissolution colloïdale, j'ai dialysé une liqueur renfermant, dans 20 centimètres cubes d'eau :

	gr
SiO^2	0,20
Al^2O^3	0,30
NaO	3,8

On pouvait supposer devoir séparer ainsi l'excès d'alcali et d'alumine et obtenir une dissolution plus ou moins instable de silico-aluminate, ou même d'un silicate d'alumine hydraté. Contrairement à ces prévisions, il est resté sur la membrane à dialyse un précipité blanc, pulvérulent, contenant :

	gr
SiO^2	0,120
Al^2O^3	0,115

et pas de quantité dosable d'alcali. Tout l'alcali avait traversé la membrane, entraînant en dissolution :

	gr
Al^2O^2	0,105
SiO^2	0,010

» La dissolution colloïdale du silico-aluminate ne s'est donc pas réalisée; mais il s'est séparé par la dialyse un précipité formé de parties à peu près égales d'alumine et de silice, tandis que l'excès d'alumine traversait la membrane avec les alcalis en n'entraînant qu'une très-faible quantité de silice. »

M. H. **Sainte-Claire Deville** fait, à propos de cette Note, les observations suivantes :

« M. H. Le Chatelier vient de résoudre d'une manière très-élégante une question restée en litige entre mon savant ami et regretté Rivot et moi. J'avais conclu, de quelques expériences très-précises, l'incompatibilité absolue de la silice et de l'alumine dans une même solution alcaline et, par conséquent, l'insolubilité du silico-aluminate de soude dans la soude elle-même. Rivot, néanmoins, était parvenu, comme y parvient aussi M. H. Le Chatelier, à dissoudre le silico-aluminate de soude dans un grand excès de la base; mais il résulte des expériences consignées dans la Note précédente que c'est là une dissolution colloïdale, c'est-à-dire une dissolution apparente, comme celles de la silice, de l'alumine, etc., dans l'eau, et telles qu'on les obtient par les admirables méthodes de Graham. Ainsi se trouve expliquée une divergence d'opinions appuyées sur des faits incontestables et en apparence inconciliables.

» M. H. Le Chatelier obtient par la dialyse, non pas un silicate d'alumine soluble (colloïdalement, bien entendu), comme on aurait pu le penser, mais une matière pulvérulente, composée d'alumine et de silice, que l'extrême diffusibilité de la soude sépare de la liqueur où ces éléments étaient en dissolution. Ce fait est assez intéressant pour que je doive en faire ressortir l'utilité dans l'explication de certains phénomènes naturels. Il serait bon aussi de chercher si l'argile, à la manière d'une membrane, ne pourrait pas produire des phénomènes dialytiques de décomposition par diffusibilité; si la craie elle-même et les substances peu perméables ne jouent pas un rôle de dialyseur pour opérer certaines séparations, telles, par exemple, qu'elles pourraient expliquer la formation des silex de la craie. C'est là un sujet d'études que je recommande à l'attention du jeune chimiste dont M. Daubrée vient de présenter le premier travail. Qu'il veuille bien recevoir ce conseil et ces encouragements d'un ami de son père, le célèbre ingénieur qui a rendu de si éminents services à la Science, à l'État et à l'Industrie, dont le nom est estimé par tous et dont la mémoire est profondément gravée dans le cœur d'un grand nombre de mes confrères. »

« M. **Daubrée**, en s'associant du fond du cœur à l'hommage qui vient d'être si justement rendu à la mémoire de l'homme excellent et si distingué à divers titres, père de M. H. Le Chatelier, remarque que le sujet que vient d'aborder ce jeune élève-ingénieur des Mines touche à une

question importante à la fois pour les minéralogistes et pour les géologues.

» Les silicates d'alumine hydratés compris dans le groupe des argiles résultent dans beaucoup de cas de la décomposition de silicates préexistants, à la manière du kaolin, et sous l'influence de réactions qu'Ebelmen a fait connaître dans l'un de ses plus mémorables Mémoires; mais il en est aussi qui, d'après les conditions de leur gisement, paraissent provenir d'une précipitation directe. C'est ainsi que dans les failles par lesquelles s'élèvent les sources thermales et alcalines de Plombières, on a rencontré çà et là, dans certaines cavités, un silicate d'alumine hydraté, auquel on a donné le nom de savon de Plombiérate. D'autres silicates d'alumine hydratés, savoir les allophanes, ainsi que les halloysites rencontrées dans certains gîtes métallifères, ont probablement une origine semblable.

» Des séries d'expériences du genre de celle que vient de présenter M. H. Le Chatelier sont de nature à jeter la lumière sur le mode de formation de ces substances. »

PHYSIOLOGIE. — *Expérience qui démontre le rôle des veines dans l'absorption.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Cl. Bernard.

« On connaît les nombreuses et remarquables expériences à l'aide desquelles Magendie a démontré le rôle des veines dans les phénomènes de l'absorption. Parmi toutes ces expériences, deux surtout paraissaient décisives.

» Dans la première, Magendie, après avoir isolé chez un chien l'artère et la veine crurales, pratiqua l'amputation circulaire de la cuisse jusqu'au fémur.

» La partie supérieure du membre et sa partie inférieure n'étaient plus unies que par les vaisseaux. De l'*upas tieuté* ayant été introduit dans la portion des parties molles située au-dessous de la section, des phénomènes d'intoxication ne tardèrent pas à se manifester, et l'animal succomba en quelques minutes.

» On objecta à cette expérience que des vaisseaux lymphatiques rampant dans l'épaisseur des parois vasculaires avaient bien pu, en dehors des veines, être les agents directs de l'absorption du poison; que dès lors cette expérience ne prouvait rien. Afin que l'on ne fît plus cette objection, Magendie répéta *de la même manière* l'expérience précédente, mais en la modifiant ainsi : un tuyau de plume étant introduit dans l'artère crurale

et un autre dans la veine correspondante, chaque vaisseau fut incisé circulairement sur ces canaux inertes. Du poison ayant été introduit dans la patte de l'animal, les effets ne furent pas moins très-appréciables au bout de quatre minutes.

» Cette expérience paraissait décisive et démontrer sans réplique le rôle puissant que jouent les veines dans l'absorption, lorsqu'une objection fut faite par Pellerin dans sa thèse pour le doctorat (*Quelques réflexions sur les organes qui servent à l'absorption*, thèses de Paris, 1818; n° 194, p. 16). Voici comment il s'exprime :

» Cette dernière expérience de Magendie est très-ingénieuse, mais elle n'est certainement pas démonstrative. Je ferai observer qu'après avoir, sur un chien, détaché la cuisse, qui ne tenait plus au tronc que par une artère et une veine, il n'aurait pas fallu *enfoncer* l'*upas tieuté* dans la patte de l'animal, car en agissant ainsi il a dû *tomber sur une veine*, intéresser ses parois, et conséquemment *injecter* le poison.

» Cette objection, dont on ne peut nier la portée, a été reproduite par la plupart des auteurs modernes de Traités de Physiologie. C'est pour y répondre que j'ai fait l'expérience suivante, qui ne laissera plus, je l'espère, aucun doute sur le rôle attribué aux veines par Magendie :

» *Expérience.* — Sur un très-grand chien j'ai rasé avec beaucoup de soin le membre inférieur droit, afin de mettre la peau entièrement à nu. Cela fait, j'ai enveloppé la patte, depuis l'articulation du genou jusqu'à l'extrémité inférieure, avec un emplâtre *vésicant* très-exactement et circulairement appliqué. Deux heures après, j'ai mis à nu les troncs de la veine et de l'artère crurales. J'ai d'abord interrompu la circulation dans l'artère, à l'aide de deux pinces à verrou placées à 4 centimètres l'une de l'autre; puis j'ai ouvert le vaisseau longitudinalement : j'ai pu alors introduire dans la section comprise entre les deux pinces un tuyau en cuivre, assez large, à surface extérieure rugueuse, et lier sur ce tube les parois artérielles, dont je pratiquai complétement la section circulaire; les deux pinces à verrou, enlevées à ce moment, permirent au sang de circuler librement dans le tronc de la crurale. Avant de pratiquer la même manœuvre sur la veine, je fis, comme Magendie, l'amputation des parties molles; les jets de sang qui se montrèrent me prouvèrent que la continuité de la circulation artérielle avait été parfaitement rétablie par le tube en cuivre.

» Ce ne fut qu'en dernier lieu que je plaçai dans la veine, en procédant comme pour l'artère, un tube en cuivre semblable au précédent.

» L'emplâtre vésicant fut aussitôt enlevé et l'épiderme, soulevé par de la sérosité, divisé dans une grande étendue. Je versai alors goutte à goutte sur cette surface dénudée, *dont les vaisseaux étaient absolument intacts*, une solution concentrée de sulfate de strychnine : il était $3^h 30^m$.

» $3^h 45^m$. — L'animal devient agité, sa pupille se dilate.

» $3^h 47^m$. — Les crises tétaniques commencent, mais sont assez courtes.

» $3^h 50^m$. — Crise plus forte, qu'augmentent le moindre choc sur la table, le bruit ou des attouchements sur la surface extérieure du corps.

» $3^h 55^m$. — Nouvelle crise très-forte avec trismes, qui dure quatre minutes; pupille très-dilatée; contracture des parois thoraciques qui détermine une gêne violente de la respiration.

» 4 heures. — La respiration est moins gênée, quoique très-rapide; toutefois l'animal paraît plus calme.

» $4^h 20^m$. — Nouvelle crise tétanique qui dure cinq minutes, après laquelle la respiration reprend.

» Depuis ce moment les convulsions se succèdent avec rapidité.

» $4^h 40^m$. — L'animal succombe.

» J'ai dit que cette expérience ne laissait pas de doute sur l'action des veines dans l'absorption. On ne saurait, en effet, invoquer contre elle l'objection faite à Magendie par suite de son mode d'introduction du poison dans les parties molles. Grâce à la méthode endermique, j'ai pu, *sans ouvrir aucun vaisseau*, mettre la strychnine en contact avec une vaste surface absorbante. L'absorption a eu lieu, car l'animal a succombé en présentant tous les symptômes du tétanos strychnique; mais je ferai remarquer qu'il n'a pas fallu moins d'une heure pour arriver à ce résultat; quoi qu'il en soit, je l'ai obtenu : dès lors l'objection reste sans valeur.

» Si j'ai tant insisté sur la manière dont j'ai opéré, c'est que je n'ai pu réussir à assurer le maintien de la circulation, de la circulation veineuse surtout, qu'en procédant ainsi. Toutes les fois que j'ai commencé par mettre le tube dans la veine, le courant sanguin y était interrompu bien avant la fin de l'expérience. Tous ceux qui voudront répéter cette expérience y arriveront facilement, en suivant la méthode que je viens d'indiquer. »

M. **Bouillaud** entre, à propos de la Note de M. *Oré*, dans les considérations suivantes, sur le rôle des veines dans l'absorption :

« I. J'ai entendu avec un grand intérêt les savants commentaires de M. Cl. Bernard, sur le nouveau travail de Physiologie expérimentale de M. le Dr Oré, travail confirmant les expériences de Magendie sur le pouvoir absorbant des veines. Ces expériences comptent parmi les plus ingénieuses et les plus brillantes de cet illustre physiologiste. Heureusement confirmées par celles de M. Oré, dans des conditions nouvelles, elles démontraient bien déjà que *certaines* absorptions continuaient lorsque, pour les opérer, on ne pouvait faire intervenir aucun autre organe, et que, par conséquent, les veines seules constituaient leur agent réel.

» II. Toutefois, pour que la démonstration fût encore plus complète, il

restait à démontrer la cessation de ces absorptions, lorsque les veines se trouvaient dans des conditions anormales, qui ne leur permettaient pas de s'en acquitter. Ce complément de démonstration ne se fit pas longtemps attendre. En effet, à peine la découverte de Magendie avait-elle été publiée, que me trouvant, par un favorable hasard, dans un service de l'hôpital Saint-Louis, où se rencontraient en assez grand nombre des hydropisies passives *partielles*, je constatai, à l'*autopsie* des sujets qui en étaient affectés, des *oblitérations* des veines des parties dans lesquelles ces hydropisies avaient leur siége. A cette époque déjà bien éloignée (1819-1820), les hydropisies de cette espèce étaient attribuées *à une débilité des vaisseaux lymphatiques* (1).

» L'idée me vint alors à l'esprit que, comme conséquence de la doctrine de Magendie sur l'absorption des veines, il m'était bien permis d'admettre un rapport de cause à effet entre l'oblitération des veines et les collections séreuses, qu'on attribuait à une débilité des vaisseaux lymphatiques. Lorsque j'eus recueilli un nombre suffisant d'observations cliniques (véritables *expériences* faites en quelque sorte par la nature elle-même), à l'appui de cette *théorie* nouvelle des hydropisies dites *passives* (laquelle consistait à les expliquer par un obstacle à l'absorption de la sérosité et à la circulation veineuses, et non à une prétendue *débilité des vaisseaux lympathiques*), j'en adressai le résumé à M. Magendie. Il le publia dans son *Journal de Physiologie expérimentale*, comme une sorte d'argument *clinique* en faveur de sa doctrine, jusque-là démontrée seulement par l'argument *expérimental*. Ces deux modes d'argumentation, lorsqu'ils ont été exactement employés, ne manquent jamais d'ailleurs de se prêter un mutuel et fraternel concours.

» III. Je saisis volontiers l'occasion qui m'est offerte ici de répondre à ceux qui, après avoir combattu la belle découverte de M. Magendie, et aussi, qu'on me permette de l'ajouter, l'application que j'en avais faite à la théorie d'une classe des hydropisies, prétendirent plus tard qu'elle n'était rien moins que nouvelle. Ils eurent la bonne fortune de trouver dans Lower, anatomiste, physiologiste et médecin d'un rare mérite, une expérience d'après laquelle cet auteur aurait conclu que les veines étaient un agent d'absorption. Assurément M. Magendie ne la connaissait pas, et moi bien moins encore, qui étais alors à ma première année d'internat dans les hôpitaux. A l'époque où M. Cl. Bernard fut prié par

(1) Voir la *Nosographie* de Pinel.

M. Ranvier de présenter à l'Académie une Note relative à l'influence des nerfs vaso-moteurs sur la *production de l'œdème* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1869), je crus devoir lire dans Lower lui-même ce qu'il avait fait et dit sur le sujet qui nous occupe. En voici un extrait fidèle (1) :

» Si, chez un chien, on lie la veine-cave un peu au-dessus du diaphragme, de manière à y intercepter le cours du sang, il expire au bout de peu d'heures. On trouve alors dans l'abdomen une grande quantité de sérum, comme si l'animal eût été longtemps affecté d'ascite, phénomène que Lower avait, dit-il, vu se produire, à une époque antérieure, par *empêchement au circuit du sang des artères dans les veines*. A cette époque, ayant, au moyen d'un fil, lié chez un chien les deux veines jugulaires, quelques heures après, toutes les parties au-dessus de la ligature étaient tuméfiées outre mesure, et l'animal périt en deux jours, *comme suffoqué* par une angine. Pendant tout ce temps, non-seulement les larmes coulèrent abondamment, mais la bouche était le siége d'un flux de salive, semblable à celui produit par l'usage du mercure. Après la mort, Lower dit qu'il ne put observer dans les parties tuméfiées presque aucun vestige de sang rougissant ces parties, mais que tous *les muscles et toutes les glandes* étaient extrêmement distendus par un sérum limpide et transparent. Ce qui prouve clairement, ajoute-t-il, que, par l'effet de la constriction des veines, le sang, ne pouvant passer des artères dans les veines, est *sécrété et filtré de toutes parts* (*utrunque secerni*). Par suite, la partie du sang devenue plus épaisse ne passe plus dans ses conduits accoutumés, et est obligée de stagner dans ses vaisseaux.

» Après avoir rapporté ses expériences, Lower déclare qu'il laisse à d'autres le soin de juger jusqu'à quel point leurs résultats peuvent éclairer les causes de l'ascite et de l'anasarque. Il fait seulement remarquer que *l'ascite ne provient pas toujours de la rupture des vaisseaux lymphatiques, si tant est que jamais elle en puisse entièrement provenir*.

» IV. Cette conclusion de Lower montre assez clairement, d'une part, qu'il n'avait aucune idée précise du mécanisme des différentes espèces d'hydropisie, et d'autre part qu'il ne connaissait nullement le rôle spécial des veines dans la fonction de l'absorption. Sous ce dernier rapport, quelque intérêt que présentent d'ailleurs les expériences de Lower, eu égard surtout à l'époque où il les a pratiquées, elles laissent tout entier à Ma-

---

(1) *Tractatus de corde, item de motu et colore sanguinis, et chili in eum transitu*, auctore Richardo Lower; Londini, 1680.

gendie l'honneur d'avoir, le premier, découvert et démontré que les veines jouissent du pouvoir absorbant.

» Pour ce qui concerne la découverte du rôle que joue l'oblitération des veines dans la production de certaines hydropisies, en supposant que les expériences de Lower nous eussent été connues, à l'époque où nous avons traité de cette question de pathogénie, elles ne nous auraient véritablement fourni aucune lumière suffisante pour nous guider. Cela est si probable qu'en ce qui concerne le genre d'*oblitération* d'après lequel nous avons formulé notre nouvelle théorie, bien qu'il ait été étudié, d'une manière peu approfondie, il est vrai, par Lower, cet auteur n'a nullement signalé alors son influence sur les hydropisies. En effet, il y a dans l'ouvrage de Lower une page environ sur l'épaississement et la *coagulation du sang dans les vaisseaux,* dans les veines en particulier (c'est spécialement cette dernière lésion, avons-nous dit, qui était la cause de l'oblitération des veines dans nos observations). Or, la seule conclusion que Lower tire de ses recherches, c'est que *la formation de concrétions dans la masse sanguine, en obstruant sa voie dans les vaisseaux et dans le cœur, finit par en supprimer le mouvement.*

» En dernière analyse, rendons hommage aux travaux de Lower. Mais reconnaissons qu'on y chercherait bien en vain la démonstration de la fonction absorbante des veines, et de la production d'une classe particulière d'hydropisies par l'oblitération de ces vaisseaux, double vérité aujourd'hui universellement reconnue. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle des néocytes dans les métamorphoses des substances organiques et particulièrement dans la fermentation ammoniacale de l'urine.* Note de M. **Gubler**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Pour ceux qui font de la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque une véritable fermentation et qui exigent toujours la présence d'un organite végétal ou animal, pour expliquer les métamorphoses des substances fermentescibles, pour ceux-là, l'intervention d'un ferment organisé, dans la décomposition ammoniacale de l'urine, est absolument indispensable.

» Ce ferment existe, à n'en pas douter, dans un grand nombre d'urines ammoniacales. Il tapisse les urinoirs malpropres d'une couche gris jaunâtre, dont le pouvoir catalytique, suivant mes observations souvent renouvelées, n'est pas inférieur à celui du *Mycoderma aceti* dans la célèbre

expérience de M. Pasteur. A peine l'urine normale acide a-t-elle séjourné quelques instants dans un réservoir chargé de ce ferment spécial que déjà elle a subi un commencement de décomposition ammoniacale.

» Mais l'incrustation des urinoirs est constituée par diverses substances minérales et organiques au milieu desquelles se rencontrent plusieurs organismes élémentaires qui pourraient être accusés, au même titre, de produire la métamorphose de l'urée. Heureusement les observations si bien faites de M. Van Tieghem semblent devoir dissiper tous nos doutes; car, d'après ce savant, l'agent spécial de la fermentation ammoniacale de l'urée ne serait autre que ce qu'il nomme provisoirement la *petite torulacée* de $\frac{10}{1000}$ à $\frac{15}{1000}$ de millimètre.

» M. Pasteur, s'emparant de ce fait, n'hésite pas à déclarer que la fermentation ammoniacale de l'urée, même au sein de l'organisme vivant, ne saurait s'effectuer sans l'intervention de cet être microscopique dont il faut nécessairement admettre la pénétration préalable dans la vessie toutes les fois que l'urine est rendue ammoniacale. Le ferment, ajoute M. Pasteur, est d'ailleurs facilement introduit par les bougies et les sondes avec les autres poussières atmosphériques.

» Malgré sa grande et légitime autorité, l'illustre académicien n'a pu faire accepter sans conteste une proposition formulée en termes aussi absolus. Les cliniciens produisent, à l'encontre de cette doctrine exclusive, trois sortes d'objections.

» En premier lieu, le cathétérisme n'est pas toujours suivi de la décomposition ammoniacale de l'urine.

» Ensuite, les urines sont parfois rendues ammoniacales avant toute introduction d'instruments destinés à vider la vessie.

» Enfin la fermentation putride, très-analogue à la fermentation ammoniacale de l'urée, se montre là où certainement un ferment quelconque n'a jamais pénétré.

» La seule objection valable se tire des cas où la transformation ammoniacale de l'urine existait au moment du premier cathétérisme, et, par conséquent, avant toute intervention du ferment extérieur. Cependant, tous les faits de ce genre n'ont pas, à beaucoup près, la même valeur à mes yeux, et quelques-uns me semblent pouvoir assez bien s'expliquer au moyen de la doctrine de M. Pasteur : ce sont ceux dans lesquels les malades ont eu des émissions involontaires d'urine, ont uriné, comme on dit, par regorgement. Dans ce cas, je conçois la pénétration du ferment spécial comme s'effectuant de proche en proche, depuis la fosse naviculaire

jusqu'au col vésical et, de là, dans l'intérieur du réservoir urinaire, à travers la colonne d'urine plus ou moins fragmentée contenue dans la longueur du canal de l'urèthre.

» Mais il y a des cas où la vessie n'a pas laissé échapper d'urine, la distension mécanique de son sphincter n'ayant pas été poussée assez loin, et où, par conséquent, mon explication n'est pas facilement admissible. En pareille circonstance, la présence du ferment étranger est bien peu vraisemblable, et nous sommes conduits à chercher, dans une réunion d'autres conditions causales, la raison de la métamorphose de l'urée en carbonate d'ammoniaque.

» M. Bouillaud a fait une remarque judicieuse : c'est que l'alcalescence spontanée de l'urine se produit de préférence chez les sujets atteints de maladies générales graves, dans lesquelles la sécrétion rénale est riche en urée ou bien présente des conditions d'une putréfaction commençante. Je regarde, en effet, comme vraisemblable que la densité de la solution du principe fermentescible est favorable à la production du phénomène chimique ou organico-chimique d'où résulte sa transformation; et, d'autre part, je suis conduit à me demander si la présence d'une proportion exagérée de carbonate d'ammoniaque provenant du sang ne rendrait pas imminent, ou même ne suffirait pas à déterminer l'ébranlement moléculaire qui aboutit à la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque. Dans ma pensée le carbonate d'ammoniaque préformé jouerait un rôle analogue à celui d'une parcelle d'acide tartrique droit qui, projetée dans une solution mixte d'acide tartrique dextrogyre et d'acide lévogyre, détermine la cristallisation de son semblable à l'exclusion de celui qui dévie la lumière dans un sens différent.

» Cependant une autre explication s'est depuis longtemps offerte à mon esprit et mérite, je crois, d'être prise en considération.

» Mon savant ami M. Verneuil a dit (Académie de Médecine, 20 janvier 1874) : « J'affirme aussi que ces urines (ammoniacales) examinées au » microscope ne sont pas normales et qu'elles contiennent toujours de » nombreux leucocytes qui, *peut-être,* jouent *quelque* rôle dans la production de l'alcalinité. » A mon tour, je viens définir ce rôle sur lequel mon opinion est fixée depuis 1848, époque à laquelle j'ai exposé devant la Société de Biologie, alors naissante et dépourvue de moyens de publicité, mes vues physiologiques sur les éléments figurés du pus et sur ceux des tumeurs malignes ou autres. Dès ce moment j'ai établi l'identité originelle des cellules, du tubercule et du cancer avec les éléments histologiques

normaux. J'ai en même temps déclaré que les globules de pus sont en majeure partie de jeunes cellules d'épithélium ou *néocytes*, séparées prématurément de la surface muqueuse ou de la membrane pyogénique en voie de formation, mais continuant pendant quelque temps à vivre aux dépens du milieu liquide où elles sont tombées.

» Or la vie obscure de ces organes élémentaires se résume dans la nutrition, et la nutrition suppose des échanges moléculaires. Je fus amené de la sorte à concevoir la probabilité d'une série de modifications qui seraient engendrées par les néocytes du pus dans les liquides au sein desquels s'achève leur courte existence.

» L'*acescence* si prompte des matières alimentaires, ainsi que la destruction partielle des substances médicamenteuses dans un estomac rempli de saburres, peut être attribuée à la présence des spores et autres germes apportés du dehors. J'ai cependant lieu de penser que les nombreuses cellules épithéliales prennent une part importante à la production de ces phénomènes. Il en est d'autres où l'intervention des éléments microscopiques normaux semble peu contestable. Ainsi, la transformation sur place, pendant son séjour dans les cavités bronchiques, d'un mucus opalin et visqueux en un muco-pus opaque et diffluent, s'explique naturellement, dans mon hypothèse, par la consommation de la matière protéique amorphe absorbée et assimilée par les néocytes, qui ont pris des contours plus nets et se sont chargés de fines granulations graisseuses. Les mêmes échanges nutritifs rendent compte, à mon avis, de la métamorphose de l'urée en carbonate d'ammoniaque au contact des globules du pus vésical.

» S'il m'était permis de conclure avant d'avoir soumis ces idées à une vérification expérimentale en règle, je dirais :

» De même que le ferment spécial, venu de l'extérieur, les néocytes du pus transforment l'urée en carbonate d'ammoniaque.

» Seulement la métamorphose est lente à s'effectuer, parce que le pouvoir catalytique de ces organes rudimentaires est très-inférieur à celui d'une espèce créée, dont la nutrition est plus active et qui peut se reproduire et multiplier indéfiniment.

» Et j'ajouterai en guise de corollaires :

» La manière d'agir des éléments histologiques embryonnaires sur les milieux liquides où ils nagent librement n'est pas différente au fond de celle qu'ils affectent à l'égard du suc nutritif, lorsqu'ils sont fixés dans les tissus dont ils font partie intégrante.

» La nutrition et la fermentation procèdent exactement de même et sont

des phénomènes entièrement assimilables. Dans les deux cas nous voyons des organites ou des organes se réparer et proliférer aux dépens d'un liquide nutritif, puisé dans le monde extérieur, ou dans l'organisme dont ils sont les éléments, et rejeter des produits qui tantôt s'appellent *alcool, acide acétique* ou *carbonate d'ammoniaque*, et tantôt *matière glycogène, graisse hépatique* ou *sécrétions*.

» La *sécrétion* n'est donc pas un travail étranger à la *nutrition*, c'est seulement un cas particulier du grand phénomène de l'assimilation et de la désassimilation, dans lequel la matière inutile à l'entretien des cellules, qui sont placées aux confins de l'organisme, est aussitôt expulsée par les émonctoires.

» La vie cellulaire est purement égoïste, si l'on peut ainsi parler. Les éléments histologiques se nourrissent : ils empruntent pour assimiler et rejettent le superflu, comme font les microphytes et les microzoaires, ni plus ni moins.

» Sans doute, ces échanges moléculaires, effectués par les éléments des tissus, profitent à l'organisme tout entier, en vertu des rapports harmoniques d'où résulte l'unité individuelle; mais, si notre esprit justement préoccupé de la finalité des phénomènes, peut concevoir des *fonctions*, les organes sécréteurs ne manifestent en réalité que des *actions* trophiques. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les organes tactiles des Rongeurs et des Insectivores.* Note de M. **Jobert**, présentée par M. Milne Edwards.

« Au mois d'août 1871 j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des recherches anatomiques et physiologiques qui m'ont amené à considérer les ailes des Cheiroptères comme des organes de tact très-délicats, grâce à l'implantation, dans la membrane qui les constitue, de petits poils roides en connexion intime avec les nerfs si nombreux qui viennent se ramifier et se perdre dans cette portion de l'organisme.

» En continuant mes études, j'ai trouvé dans la queue des Muridés et des Soricidés des dispositions analogues, et ce sont les résultats de ces investigations, poursuivies au laboratoire des Hautes Études dirigé par M. Milne Edwards, que je viens exposer aujourd'hui à l'Académie.

» La queue des Muridés, improprement appelée *queue nue*, est pourvue de soies roides disposées en verticilles régulièrement espacés les uns des autres; sur une queue de rat albinos j'ai compté jusqu'à 208 de ces verticilles. Les soies sont implantées obliquement et émergent du té-

gument entre les écailles épidermiques dont cette partie du corps est recouverte, écailles qui sont formées par la réunion de cellules plates qu'il est facile de dissocier à l'aide de l'action des alcalis. Ces cellules sont analogues à celles qui forment la couche la plus superficielle de l'épiderme.

» Les soies caudales n'ont point l'apparence des poils qui revêtent les autres parties du tégument; très-aiguës, roides, étranglées à leur base, renflées dans leur portion médiane, elles ont la forme de longs fuseaux. Histologiquement, la substance corticale en est très-épaisse, la substance médullaire, peu abondante, ne monte pas au delà des deux tiers de la longueur totale de la soie; de plus, la surface extérieure du poil caudal est lisse, tandis que le poil de la région ventrale, par exemple, présente des nodosités, et sa substance médullaire arrive presque jusqu'à son extrémité. Si l'on dissèque avec précaution le tégument caudal, on voit à l'œil nu deux grosses branches nerveuses qui vont se ramifiant dans l'épaisseur de la peau; ces nerfs constituent le plexus caudal qui a été décrit par Cuvier. Si, à l'aide du microscope et de réactifs convenables, tels que l'acide osmique ou le chlorure d'or, on cherche à suivre le trajet des dernières ramifications de ce plexus, on voit que certaines branches vont se terminer sous forme de filaments très-ténus, dans la portion la plus superficielle du derme, immédiatement sous la couche muqueuse de l'épiderme; d'autres tubes nerveux, et ce sont les plus nombreux, se détachent des faisceaux et vont se mettre en connexion avec les follicules pileux en des points toujours déterminés et situés au-dessous des glandes sébacées. En cette région existe un anneau dermique où pénètrent les nerfs; les tubes nerveux se divisent, gardant leur myéline qu'ils ne tardent pas à perdre, et les cylindres-axes continuent seuls leurs routes se divisant eux-mêmes et affectant des directions d'abord rectilignes, puis sinueuses ensuite. J'ai pu, à l'aide des plus puissants objectifs de Nachet, voir que quelques-uns se terminaient sous la forme d'un petit renflement.

» Souvent, au moment de pénétrer dans la substance du collier, les tubes, en leur point de division, présentent un noyau granuleux qui mesure jusqu'à 7 millièmes de millimètre. Tous les poils de la queue sans exception présentent cette connexion avec les nerfs. J'ai pu compter sur une queue de Rat blanc le nombre de ces soies tactiles, en remarquant que leur nombre allait diminuant de la base vers la pointe de l'organe d'une façon régulière; le premier verticille possédait 51 poils, le dernier 14. En prenant la moyenne des verticilles extrêmes et la multipliant par le nombre total de ceux-ci, soit 208, je suis arrivé à un nombre total de 6760,

qui est certainement inférieur à la vérité, car je n'ai compté qu'à partir du point où la régularité était complète; il restait au-dessus de ce point un espace d'environ 4 centimètres carrés. J'ai compté en cette partie 448 poils par centimètre carré, ce qui ferait 8552 soies tactiles. En faisant des coupes en des points déterminés et comptant à l'aide du microscope, les résultats obtenus coïncident d'une façon presque précise avec ceux que donne le calcul. J'ai donc eu la preuve que le nombre des soies va diminuant, suivant une progression arithmétique. J'ai également pu observer les dispositions que je viens de décrire, chez un Insectivore : le *Sorex Leucodon*.

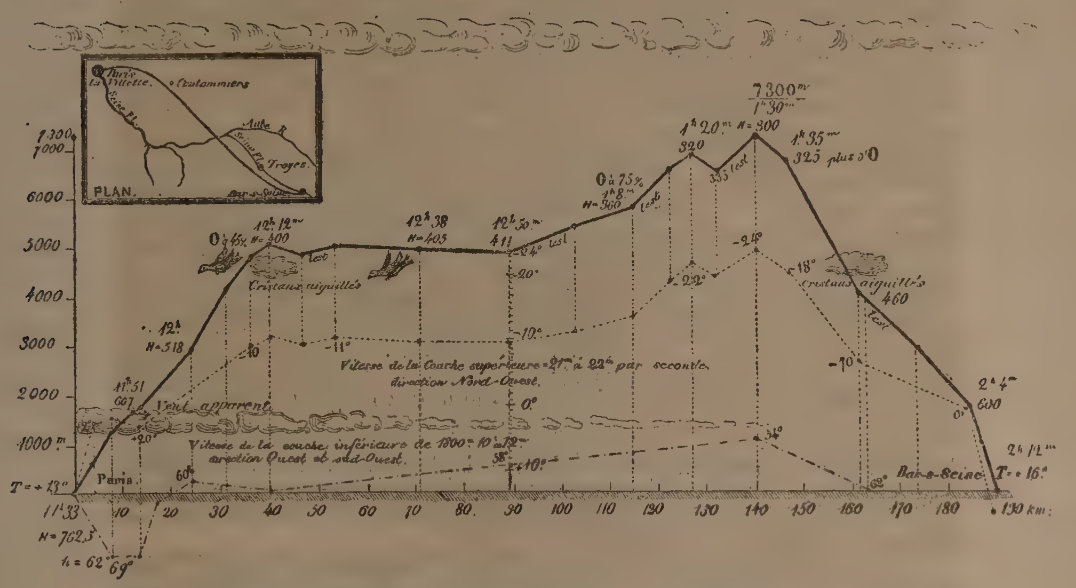
» La queue des animaux que je viens de nommer constitue donc un organe d'une sensibilité très-grande; l'observation directe montre, du reste, qu'un Rat privé de cet organe perd de son agilité; à l'état de liberté il a soin, s'il marche sur un terrain inexploré, de laisser traîner cette queue tactile qui doit lui être d'un secours réel, surtout dans les pérégrinations nocturnes.

» En terminant cette Communication, je constaterai, une fois de plus, que j'ai retrouvé, dans les poils tactiles de la queue des Muridés, l'organe terminal du follicule qui avait été décrit par Schöbl, en Allemagne, comme formé d'un enchevêtrement de tubes nerveux, opinion combattue par L. Stieda, le professeur de Dorpat, et par moi-même en France. Jamais cette pomme de pin, comme la dénomme Schöbl, n'a possédé la structure qu'il indique, et sur les poils de la queue du Rat on peut voir que c'est bien l'organe de la mue, le point où se développe le nouveau poil, comme l'a si bien constaté le savant anatomiste russe. Du reste, le dernier Mémoire de Schöbl publié en juin 1873, c'est-à-dire huit mois après le mien, ne peut que confirmer mes résultats. Cet auteur n'a pas jugé à propos d'y faire figurer ni mon nom ni celui de sir Lyonel Beale; il a du moins adopté des conclusions absolument semblables aux miennes, relativement à l'existence de l'anneau du follicule que j'avais décrit en février 1872; quant aux anses qu'il a figurées, je ne saurais ici encore être de son avis : les nerfs se terminent librement dans l'anneau, ils y arrivent non de deux côtés, mais de plusieurs, suivant les directions les plus diverses. »

AÉROSTATION. — *Ascension aérostatique exécutée le 22 mars 1874*. Note de MM. J. CROCÉ-SPINELLI et SIVEL, présentée par M. Janssen.

« Dans cette deuxième Note, nous avons l'intention de présenter les faits météorologiques saillants que nous avons observés.

» Nous emportions des baromètres, des thermomètres, des hygromètres, un appareil à faire le point et des feuilles de demandes de renseignements imprimées, destinées à être jetées de la nacelle. Ces instruments nous avaient déjà servi dans notre ascension du 26 avril 1873 (*Comptes rendus* du 16 juin 1873), faite en compagnie de MM. Jobert, Pénaud et Dr Pétard. Nous nous étions munis en outre d'un baromètre témoin, cacheté, fourni par M. Janssen, et d'un électroscope imaginé par M. Hervé Mangon.



» C'est avec tous les renseignements obtenus, soit pendant, soit après le voyage, que nous avons pu tracer le diagramme de l'ascension représentée dans la planche ci-jointe et qui contient presque toutes les indications importantes. Dans le profil, la ligne brisée en traits pleins est celle parcourue par l'aérostat, si l'on développe la projection horizontale figurée sur le plan; la ligne pointillée est la courbe thermométrique et la ligne en traits longs est la courbe hygrométrique.

» Partis de l'usine à gaz de la Villette à 11h33m, nous nous perdions, quatre minutes après, vers l'altitude de 1490 à 1500 mètres, dans une couche de nuages d'une épaisseur de 300 mètres environ, sur laquelle nous aperçûmes l'ombre du ballon sans auréole. Au-dessus de l'aérostat brillait alors un soleil un peu obscurci de temps en temps par de légers

cirrhus formant une nappe assez continue, à reflets un peu nacrés ou soyeux et dont l'élévation devait être, d'après notre estimation, de 9000 à 10000 mètres. A l'altitude maximum de 7300 mètres, ils paraissaient encore à 2000 mètres au-dessus de nous. Ces cirrhus, à travers lesquels la lumière se tamisait comme à travers un globe dépoli, ne cachèrent que deux ou trois fois, presque complétement et pour très-peu de temps, le disque du soleil. Ils furent la cause de petits mouvements oscillatoires en hauteur de l'aérostat, pendant que nous suivions entre 4800 et 5000 mètres une ligne horizontale pour faciliter nos observations. En effet, l'étoffe du ballon, très-absorbante de chaleur, à cause de sa couleur foncée, recevait tantôt les rayons d'un soleil brûlant qui nous rougissait la face, tantôt des rayons fort affaiblis. Ces oscillations très-nombreuses, qui ne sont pas indiquées sur le diagramme, forcèrent M. Sivel à jeter le lest par très-petites quantités à la fois. Il le jeta par sacs au moment où nous voulûmes monter plus haut. A l'altitude de 7300 mètres, il ne restait plus, de la provision de 380 kilogrammes que nous avions emportés, que 30 à 40 kilogrammes, qui furent épuisés vers 4000 mètres et qui ne produisirent qu'un très-faible ralentissement dans la vitesse de descente. Le ballon, au tiers gonflé, ne se soutenait guère que par le parachute qu'il formait; et, ce qui le prouve, c'est que les 80 kilogrammes de délestement de l'ancre et du guide-rope ne semblèrent pas ralentir la chute, et que le gaz ne put pas même, deux minutes après, soutenir l'enveloppe et le filet. Il est donc certain que, dans les ascensions à grande hauteur, le lieu de la descente ne peut être choisi, à moins d'avoir un matérial spécial, étudié et construit avec de très-grands soins, en employant des matériaux de choix.

» La couche inférieure de nuages ne resta compacte que jusqu'à midi, puis elle se troua de plus en plus et finit par se résoudre en petits amas floconneux par les intervalles desquels on apercevait très-distinctement le sol. L'air était d'une limpidité parfaite sans vapeurs diaphanes ni corpuscules capables d'arrêter le rayon visuel; ce qui explique que, contrairement aux affirmations ordinaires, on voyait aussi nettement les routes, comme tracées à la craie; les grands et moyens cours d'eau semblables à des rigoles de mercure étincelant au soleil; les bois, taches noirâtres aux contours bizarres; les villes, maculatures jaunâtres coupées de lignes à peine visibles qui étaient les rues, et même les différences de couleur des cultures.

» Mais il faut signaler en outre la présence de très-légers amas de cristaux de glace très-espacés rencontrés une première fois en montant vers

5000 mètres et une seconde fois en descendant à la même altitude. Nous aperçûmes, en effet, chaque fois, pendant trois à quatre minutes et au dessous du ballon, des cristaux aiguillés distants les uns des autres de 20 à 40 centimètres qui étincelaient vivement au Soleil à tel point que, malgré leur petitesse, ils semblaient très-visibles à 100 mètres. Nous n'en vîmes ni au-dessus ni autour de nous. Peut-être la réflexion des rayons solaires sur les facettes se produisait-elle de telle façon qu'ils ne pouvaient être vus qu'en dessous de nous. Il est certain que nous devions les traverser à la descente. Nous ne pûmes en tous cas recueillir ces cristaux dans les boîtes à glace qui nous avaient été fournies par M. Hureau de Villeneuve. Ajoutons que ces légers amas ne semblaient pas diminuer la netteté des lignes du sol.

» M. Sivel, qui s'était chargé des observations thermométriques et hygrométriques, constata que la température de $+13^\circ$ au départ décroissait rapidement jusque dans le nuage, où elle était zéro, pour remonter à $+2^\circ$ au-dessus de la couche de vapeur, soit par suite de l'effet des rayons réfléchis du Soleil, soit parce qu'on entrait très-visiblement dans une autre couche accusée par un vent apparent. Puis la température décrut progressivement et atteignit -22° à 7000 mètres, ce qui donne -24° pour l'altitude maximum de 7300 mètres, où la température ne put être observée.

» L'état hygrométrique fut donné par un hygromètre à cheveu. L'hygromètre à point de rosée, simplifié heureusement par M. Janssen et qui aurait donné des indications plus précises, dut être abandonné cependant pour ne pas nuire aux autres observations, parce que dans un air froid et très-sec il aurait fallu atteindre des baisses de température dans l'éther très-considérables. A terre l'hygromètre à cheveu marquait 62 degrés, chiffre correspondant à $+13^\circ$ et zéro donnés successivement par l'hygromètre à point de rosée; dans la traversée des nuages 69 degrés, puis ensuite, à part un nouveau ressaut dans les amas de cristaux, la sécheresse augmenta progressivement à tel point que l'instrument ne marquait plus que 54 degrés à 7300 mètres.

» Les observations électrométriques semblèrent prouver qu'il n'existait pas d'électricité dans l'atmosphère, mais, l'instrument ayant été construit à la hâte, il est bon de ne considérer ces indications *exactes* que sous toutes réserves.

» Bien que nous n'ayons pas eu le temps de prendre le point à l'aide de l'appareil de M. Pénaud, nous pûmes cependant nous rendre un compte exact de la vitesse et de la direction des courants qui nous emportaient,

soit par la reconnaissance sur le sol de quelques points remarquables, soit par la direction au départ et par celle du traînage, et surtout par les renseignements trouvés sur les lettres de demandes jetées de la nacelle et qui nous ont été renvoyées. Deux courants de vitesse et de direction différentes parcouraient la région de 7300 mètres que nous avons visitée. La première, de 1800 mètres, était limitée par le dessus du nuage, à peu de distance duquel la nacelle fut tout à coup agitée par un vent apparent. Elle avait, en moyenne, 9 à 12 mètres de vitesse à la seconde, et une direction à terre, variant entre ouest et ouest-sud-ouest, et dans les nuages franchement ouest. La couche supérieure, beaucoup plus épaisse, où nous ne constatâmes jamais de vents apparents, avait une direction entre le nord-ouest et le nord-nord-ouest. Elle était très-rapide et atteignait 21 à 22 mètres à la seconde. Les cirrhus du haut étaient certainement l'indice d'un troisième vent.

» Un fait à noter, c'est que le 23 mars, le lendemain de l'ascension, le vent à terre était nord-nord-ouest, le 24 nord, et le 25 nord-nord-est. Il semblerait donc que le vent qui soufflait dans les hautes couches avait dominé celui du bas. La vitesse moyenne du vent augmentait d'ailleurs chaque jour, et, à ces différentes dates, il donnait, aux anémomètres de l'Observatoire de Montsouris, $5^{km},9$, $6^{km},1$, $7^{km},4$ et $19^{km},4$ en moyenne par heure.

» Notre descente s'effectua à terre à $2^h,12$, sur un plateau dominant Bar-sur-Seine, et situé à $1\frac{1}{2}$ kilomètre de cette ville. Grâce aux frotteurs de M. Sivel, l'arrêt fut très-doux, et le traînage seulement de 150 mètres, malgré un vent assez violent qui déchira le ballon en plusieurs morceaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations à propos d'une Note de M.* Moreau, *sur l'application du physomètre à l'étude du rôle de la vessie natatoire.* Note de M. **Harting.**

« Dans une Communication récente, M. P. Moreau, en parlant de ma description du physomètre, instrument pouvant servir en premier lieu à l'étude du rôle de la vessie natatoire dans la vie des poissons, a dit que ce travail était inachevé. Je n'ai publié en effet, dans cette Notice, que le résultat de quelques-unes de mes recherches; elles concourent toutes à corroborer les vues de M. Moreau. L'instrument que j'emploie, plus sensible et plus exact que celui dont M. Moreau s'est servi, permet d'ap-

précier avec certitude des variations de volume du poisson de moins de 1 millimètre cube, et de trouver le volume de la vessie natatoire par un simple calcul, alors que celle-ci fait encore partie du poisson vivant. Pendant les deux années qui se sont écoulées depuis que ma Notice a paru, j'ai fait à l'aide de cet appareil un grand nombre de recherches sur diverses espèces de poissons d'eau douce. Jusqu'ici, n'ayant pas eu l'occasion de soumettre au même examen des poissons vivant dans la mer, et habitués à monter et à descendre dans l'eau sur des distances verticales infiniment plus grandes que les poissons d'eau douce, j'ai tardé à publier mes recherches ; toutefois, l'Académie étant maintenant saisie de ce sujet d'études, par la Communication de M. Moreau, elle me permettra de lui faire part des principaux résultats obtenus. Je ne les considère toutefois que comme préliminaires, et je crois qu'il faut éviter de les étendre par une généralisation prématurée à tous les poissons munis d'une vessie natatoire.

» Les causes principales des variations de volume de la vessie natatoire, et par suite, du corps du poisson lui-même, sont les suivantes :

» 1° *L'ascension et la descente dans l'eau par l'action des nageoires:* l'augmentation et la diminution de volume de la vessie natatoire est alors tout à fait passive, n'étant que l'effet des variations de pression que l'animal subit; c'est là la cause la plus générale, et elle domine pour ainsi dire toutes les autres.

» 2° *La sécrétion et l'absorption des gaz contenus dans la vessie,* et aussi, chez les poissons physostomes, leur évacuation par le conduit pneumatique.

» 3° *Les mouvements respiratoires.* L'influence que ces mouvements exercent ne se manifeste pas chez toutes les espèces de poissons. Je l'ai remarquée chez les *Perca fluviatilis, Eson lucius* et *Silurus glanis,* mais chez les *Cyprinus carpio, Abramis brama, Leuciscus rutilus, Tinca vulgaris,* et *Anguilla vulgaris,* cette influence est nulle. Elle se manifeste par de petites oscillations de haut en bas du niveau de la colonne d'eau dans le tube de jauge. Ces oscillations très-régulières et rhythmiques répondent exactement aux mouvements des opercules branchiaux. Un tracé de ces oscillations ressemble beaucoup à celui du pouls obtenu au moyen du sygmographe. Chaque oscillation se compose d'une ascension rapide et directe, et de trois oscillations plus petites pendant la descente.

» 4° *La compression active de la vessie natatoire par l'effet d'une contraction musculaire.* Je n'ai vu que très-rarement, chez quelques-uns des poissons

soumis à l'examen et maintenus dans une position fixe, un brusque abaissement du niveau de la colonne d'eau dans le tube de jauge. La diminution de volume de la vessie, indiquée par cet abaissement, était toujours très-petite; elle équivalait tout au plus à une diminution, qu'une descente de 3 à 4 centimètres par l'action des nageoires seules aurait pu produire.

» On peut donc conclure que le rôle actif de la vessie natatoire dans la descente et l'ascension dans l'eau est pour les poissons examinés à peu près nul.

» Mon dessein est de transporter bientôt le physomètre au bord de la mer, pour y poursuivre ces recherches sur d'autres espèees de poissons; il s'en trouvera peut-être qui fourniront sur l'action musculaire, sur les parois de la vessie natatoire, des indices plus manifestes que ceux que j'ai rencontrés chez les poissons d'eau douce, jusqu'ici seuls soumis à l'expérimentation. »

NAVIGATION. — *Sur un appareil signalant automatiquement la présence autour d'un navire des blocs de glace flottants ou icebergs.* Note de M. **R.-F. Michel**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le récent désastre du paquebot français *l'Europe*, que l'on attribue au choc d'un *iceberg* ou bloc de glace flottant, m'a fait rechercher un moyen sûr et efficace d'éviter à l'avenir de semblables accidents, dont les suites sont si déplorables. Dans cette saison de l'année, les blocs de glace commencent à descendre du pôle avec une grande vitesse, et les navires qui se rendent de France dans l'Amérique du Nord en rencontrent très-fréquemment pendant leurs traversées. Le jour, à moins d'un brouillard fort intense, ces *icebergs*, frappés par les rayons du soleil, se voient à des distances énormes ; dans ce cas, un navire à voiles, et à plus forte raison un steamer, peut les éviter avec la plus grande facilité. Mais, à la hauteur du banc de Terre-Neuve, où le brouillard est tellement intense que l'on est obligé de signaler sa propre présence par la cloche, la trompe et même le canon, afin d'éviter les collisions dans ces parages couverts d'une infinité de navires, de même que la nuit, on est obligé d'employer d'autres moyens pour reconnaître le voisinage de ces masses de glace, dont le volume atteint souvent plusieurs millions de mètres cubes.

» Pendant la pose du câble transatlantique français, nous en avons rencontré plusieurs, et nous avons reconnu expérimentalement que leur approche avait pour effet de faire baisser de plusieurs degrés la tempé-

rature de l'eau, et cela *dans un rayon fort étendu*. Le moyen de déceler, la nuit, la présence d'un de ces redoutables visiteurs est donc de mesurer fréquemment la température de l'eau dans laquelle on navigue : si elle est au-dessous de la température moyenne de l'eau de mer, qui est sensiblement constante, il y a des blocs de glace dans le voisinage, et l'on doit prendre des mesures urgentes pour les éviter. C'est du reste ce qui se pratique à bord des navires de la Compagnie générale transatlantique, au nombre des précautions infinies qu'elle prend pour assurer la sécurité parfaite de ses voyageurs, et, dans plusieurs traversées sur ses steamers, nous avons vu la nuit un homme, à la hauteur de la passerelle, puiser constamment de l'eau et en mesurer la température avec un thermomètre à mercure d'une assez grande sensibilité.

» Ce procédé trop primitif, nous proposons de le remplacer par l'emploi d'un petit appareil automatique, simple et fort peu coûteux, qui remplira exactement le même but, avec l'avantage d'être avertisseur. Il consiste essentiellement en un thermomètre métallique, renfermé dans une boîte convenable, suspendue ou fixée aux flancs du navire. Ce thermomètre est une hélice bimétallique, construite d'une façon particulière et toute nouvelle ; elle porte une petite tige qui se meut à droite ou à gauche, suivant que la température de cette hélice s'élève ou s'abaisse. Lorsque la température s'abaissera, la tige viendra buter contre une petite vis métallique, et fermera ainsi le courant d'un élément de pile voltaïque à travers une sonnerie électrique placée à portée de l'officier de quart. Cette hélice thermométrique, dont nous pouvons à volonté régler la sensibilité, sera montée de façon à être immédiatement impressionnée par le moindre abaissement de température. En outre, comme ses effets sont absolument uniformes et que la température de la mer est sensiblement constante, l'appareil une fois mis en place est indéfiniment réglé, et n'a plus besoin d'être touché. Dans la pratique, il suffit d'entretenir la pile à laquelle nous avons donné, du reste, une disposition hermétique particulière, et qui ne nécessite, tous les trois mois, que des soins tout à fait insignifiants. »

« M. **Milne Edwards** présente la troisième partie de l'ouvrage de M. *Alexandre Agassiz*, sur les Échinides, et, après avoir dit quelques mots de ce travail important, il ajoute :

« La mort de l'illustre père de ce savant distingué a profondément affligé l'Académie. M. *Louis Agassiz* était, pour la plupart des naturalistes fran-

çais, un ancien ami, presque un compatriote; tous admiraient sa vive intelligence, son dévouement sans réserve aux intérêts de la science, son profond savoir et la grandeur de ses conceptions; mais ceux qui avaient vécu dans son intimité avaient pu seuls apprécier les charmes de son esprit et la générosité de son caractère. En le perdant nous avons perdu un de nos confrères les plus estimés et les plus aimés. Ses ouvrages perpétueront son souvenir parmi les zoologistes et les géologues, qui devront souvent les citer; mais, pour le faire bien connaître de ceux qui ne l'ont pas approché, il faudrait le montrer tel qu'il a été aux diverses périodes de sa vie : investigateur toujours infatigable, luttant avec énergie contre les mille difficultés dont il était entouré au début de sa carrière; exerçant plus tard une grande et légitime influence sur une nation jeune, ardente et riche; usant ensuite de cette influence pour inspirer à ses compatriotes adoptifs l'amour de la science, et pour les doter d'établissements scientifiques en rapport avec la splendeur de leur avenir; enfin consacrant les dernières heures de son active et brillante existence à l'application et au développement d'un nouveau système de recherches destinées à nous révéler les secrets cachés au fond des océans. Mais ce n'est pas en quelques mots que l'on peut donner une idée complète de ce qu'a été Agassiz; il nous faudrait sa biographie, et j'ai appris avec satisfaction que son fils se propose de nous la donner. M. Alexandre Agassiz s'est déjà mis à l'œuvre pour réunir les matériaux nécessaires à l'accomplissement de sa tâche, et, afin d'être bien renseigné sur une multitude de points dont il n'a pu avoir qu'une connaissance imparfaite, il m'a prié de demander à tous les anciens correspondants de ce savant illustre copie de ses lettres. Déjà un certain nombre de ces autographes sont entre les mains d'un de ses amis de Paris, qui s'est chargé de les faire transcrire, et je saisis avec empressement cette occasion pour faire appel à tous les savants qui peuvent avoir conservé des lettres de notre regretté confrère et qui voudraient bien contribuer à la réalisation du louable projet de l'héritier de son nom. »

M. Bouley, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Bourrel*, vétérinaire à Paris, d'un Mémoire imprimé, ayant pour titre : *Traité complet de la rage chez le chien et chez le chat; moyen de s'en préserver*, s'exprime comme il suit :

« Le moyen de se *préserver de la rage*, que ce Mémoire a pour but principal de faire connaître et de propager, consiste dans l'émoussement des dents incisives et des canines du chien, à l'aide de cisailles et de limes.

M. Bourrel s'est inspiré, pour recourir à ce moyen préventif, de la connaissance de ce fait que les morsures des herbivores enragés sont bien moins dangereuses, d'une manière générale, au point de vue de l'inoculation, que celles des carnivores, parce que leurs dents à couronnes plates écrasent les tissus, les meurtrissent, mais n'y pénètrent pas, et que, grâce à ces conditions spéciales, les chances sont considérablement réduites de l'absorption des liquides dont ces dents peuvent être imprégnées au moment de la morsure. M. Bourrel s'est demandé si, en donnant artificiellement aux dents du chien une forme qui se rapprochât de celle des dents des herbivores, on ne réaliserait pas ainsi la condition pour que les morsures faites par cet animal fussent moins dangereuses ou cessassent même de l'être, quoique la salive fût virulente. M. Bourrel ne s'est pas contenté de formuler le problème, il a fait, pour le résoudre, des expériences très-courageuses, qui prouvent combien est sincère la foi qui l'anime.

» Sur trois chiens en plein accès de rage, M. Bourrel a osé pratiquer l'opération de l'émoussement des dents, opération redoutable, et dans ses préliminaires, et dans ses différents temps, au point de vue des inoculations que l'on encourt. Cela fait, six chiens d'expériences ont été livrés à ces enragés, qui se sont jetés sur eux et les ont mordus avec fureur, mais sans que, sur aucun, la peau ait été entamée. Ces chiens d'expériences furent surveillés pendant six mois, et sur aucun d'eux la rage ne se déclara.

» Mais ce n'est pas tout : M. Bourrel, convaincu que la dent émoussée du chien ne saurait pénétrer à travers un vêtement, poussa sa conviction dans l'efficacité du moyen jusqu'à livrer sa main revêtue d'un gant à l'un des chiens enragés dont il vient d'être parlé :

« Lorsque, dit-il, il se décida à la lâcher, le gant était intact, la morsure n'avait produit qu'une forte pression.

» Cette expérience, répétée sur des chiens non enragés à qui j'ai donné à mordre ma main nue, m'a prouvé que la dent émoussée ne peut que rarement, quelque grande que soit la contraction des muscles de la mâchoire, entamer l'épiderme des animaux dont le poil amortit forcément la pression reçue, et très-exceptionnellement celui de l'homme. »

» Ce sont là, on le voit, de courageuses expériences et dignes de tous les éloges. Il y a douze ans, maintenant, que M. Bourrel a commencé à préconiser le procédé préventif dont je viens de rendre compte, et depuis lors il n'a pas discontinué ses efforts pour en généraliser le plus possible l'application. Ce moyen est bon; il procède d'une idée juste, et les expériences faites témoignent de son efficacité. Il est certain, par exemple, que, si tous les chiens avaient les dents émoussées, les dangers des inoculations

par les morsures seraient nuls, pour l'homme, toutes les fois que ces morsures seraient faites sur des parties couvertes de vêtements, et qu'ils se trouveraient de beaucoup diminués, même pour les morsures faites sur la peau nue. L'émoussement des dents constitue donc une mesure véritablement préventive; mais il faut prévoir que, dans l'application, cette mesure rencontrera de grandes résistances, dont la moindre, à coup sûr, ne sera pas celle qui s'appuiera sur le sentiment affectueux des possesseurs de chiens pour leurs animaux. Beaucoup de personnes se refuseront à laisser abîmer par les cisailles et la lime les belles mâchoires fleurdelisées qui sont un des ornements des jeunes chiens; et cette résistance ne sera pas facile à surmonter.

» Mais, quoi qu'il doive advenir, au point de vue de l'application pratique, du *moyen de se préserver de la rage,* que M. Bourrel propose et que, pour sa part, il propage le plus possible, j'ai pensé qu'il était utile de le faire connaître à l'Académie, afin de lui donner la plus grande publicité possible. Cette Communication sera pour M. Bourrel tout à la fois et un encouragement et une récompense. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 AVRIL 1874.

(SUITE.)

Étude d'un système de rayons; par M. L. PAINVIN. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*) (Ces trois ouvrages sont présentés par M. Chasles.)

The great pyramid and the royal Society (*London*); *by* PIAZZI-SMYTH. London, W. Isbister and C°, 1874; br. in-8°.

On the nature and physiological action of the poison of Naja tripudians *and other indian venomous snakes* (part II); *by* T. LAUDER-BRUNTON *and* J. FAYER. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. VI, part 1, 3, 4, 1873. Calcutta, 1873; 3 br. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. X, part I, Calcutta, 1873; in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India: Palæontologia indica; vol. I, liv. 1; vol. IV, liv. 3, 4. Calcutta, 1873; 3 br. in-4°.

Determinazione telegrafica della differenza di longitudine fra gli Osservatori di Napoli e Palermo, dalle osservazioni di P. TACCHINI *e* A. NOBILE. Napoli, stamp. del Fibreno, 1874; in-4°.

Sulle funzioni delle radici delle piante; per Fr.-P.-C. SIRAGUSA. Palermo, F. Giliberti, 1874; br. in-12.

Dr A. BIRELLI. *Ai clinici d'Italia. Di un nuovo mezzo terapeutico nel cholera morbus.* Randazzo, 1873; opuscule in-8°.

Sulle variazioni non periodiche della pressione atmosferica. Memoria del prof. Dom. RAGONA. Roma, Stamperia reale, 1874; in-fol.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 AVRIL 1874.

Histoire naturelle des Punaises de France; par E. MULSANT *et* Cl. REY : *Réduvides-Émésides.* Paris, Deyrolle fils, 1873; in-8°.

Histoire naturelle des Coléoptères de France; par E. MULSANT *et* Cl. REY : *Brévipennes* (*Aléochariens*), suite. Paris, Deyrolle, 1873; 1 vol. in-8°.

Histoire naturelle des Oiseaux-Mouches ou Colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT *et feu* Ed. VERREAUX; t. Ier, 2e liv. Paris, Deyrolle, 1874; in-4°.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie et de la Marine; t. I, 4e liv., texte. Paris, G. Chamerot, 1873; in-8°, avec atlas in-folio.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-mémoire d'Artillerie navale, texte; 3e liv., 1873. Paris, G. Chamerot, 1873; in-8°. (Ces deux dernières publications sont présentées par M. Dupuy de Lôme.)

Traité d'Algèbre élémentaire; par V. FALISSE *et* G. GRAINDORGE; 1re et 2e parties. Mons, H. Manceaux; Liége, J. Desoer, 1873-1874; 2 vol. in-8°.

L'Observatoire de l'Infant don Luiz à Lisbonne; par J. GRAINDORGE. Liége, imp. Desoer, 1872; br. in-8°.

Problème de Mécanique; par J. GRAINDORGE. Liége, imp. Desoer, sans date; br. in-8°.

Note sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre; par J. GRAINDORGE. Paris, Gauthier-Villars, 1872; opuscule in-4°.

Sur la sommation de quelques séries, et sur quelques intégrales définies nouvelles; par J. GRAINDORGE. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

(Tous ces ouvrages sont présentés par M. Hermite.)

Contribution à l'étude des épidémies cholériques 1866-1873. *Notes lues à la Société médicale des hôpitaux pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre* 1873; *par* le Dr Er. BESNIER. Paris, typ. F. Malteste et Cie, 1874; in-8°.

Comptes rendus de la Commission des maladies régnantes, faits à la Société médicale des hôpitaux de Paris; par le Dr Er. BESNIER; VIIe fascicule, année 1873. Paris, typ. F. MALTESTE, 1874; in-8°.

Traité complet de la rage chez le chien et chez le chat, moyen de s'en préserver; par M. J. BOURREL. Paris, G. Barba et P. Asselin, 1874; in-8°. (Présenté par M. Bouley au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Du rôle de l'estomac et du pylore dans la digestion et la formation du sang; par le Dr L. DE SÉRÉ; 4e édition. Paris, A. DELAHAYE, 1874; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Diagnostic des signes de la mort et de la vérification des décès à Paris; par M. le Dr L. DE SÉRÉ; 2e édition. Paris, A. Delahaye, 1874; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Congrès international des Météorologistes réunis à Vienne, du 2 *au* 16 *septembre* 1873; *Procès verbaux et Annexes.* Vienne, Imp. impériale, 1874; in-8°.

Navigation aérienne sérieuse mise à la portée de tous; par VAUSSIN-CHARDANNE. Imp. Coutry et Puyforcat, 1873; br. in-8°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1870-1873. Amsterdam, Van der Post, 1870-1873; 5 vol. in-4°.

(A suivre.)